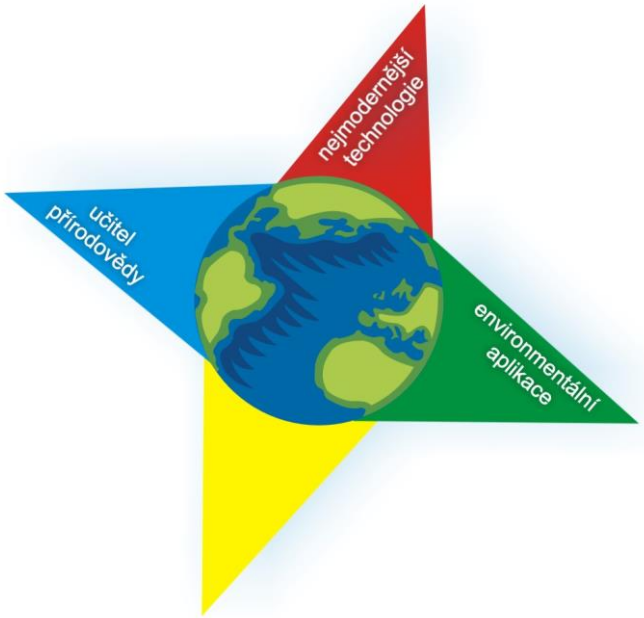
MASARYKOVA UNIVERZITA

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

VYUŽITÍ NAVIGAČNÍCH SYSTÉMŮ VE ŠKOLNÍCH ENVIRONMENTÁLNÍCH PROJEKTECH

- Materiál pro učitele -



Brno 2014

Materiál byl zpracován v rámci projektu CZ.1.07/1.3.41/02.0044 Učitel přírodovědy, nejmodernější technologie a environmentální aplikace.

Tento projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Autoři textů:

PhDr. Hana SVATOŇOVÁ, Ph.D. (s. 5–18)

Mgr. Kateřina MRÁZKOVÁ (s. 18–19, 30–31, 39–47; přílohy na CD)

RNDr. Hana SVOBODOVÁ, Ph.D. (s. 21–29; přílohy na CD)

Mgr. Irena PLUCKOVÁ, Ph.D. (s. 33–34; přílohy na CD)

RNDr. Jindřiška SVOBODOVÁ, Ph.D. (s. 37–38; přílohy na CD)

RNDr. Aleš RUDA, Ph.D. (s. 35–36)

PhDr. Marta ROMAŇÁKOVÁ, Ph.D. (příloha Pedagogicko-psychologické minimum III.)

Recenzenti:

Mgr. Jeanette MLČÚCHOVÁ

Mgr. Darina MÍSAŘOVÁ, Ph.D.

Zdroj obrázků na úvodní straně:

Materiály je možné kopírovat pro výukové účely.

© 2014 Masarykova univerzita

ISBN 978-80-xxx-xxx-x

Obsah

Obsah 3

Úvodní slovo 4

Globální polohovací systémy 5

Komponenty systému GPS 7

Souřadný systém 9

Faktory ovlivňující přesnost GPS 10

Další družicové navigační systémy 12

Výhody a nevýhody určování polohy s GPS 17

Oblasti aplikace GPS 18

GPS v zeměpise 21

Hry s GPS 29

GPS a chemie 33

Aplikace GPS v biologii 35

GPS pohledem fyzika 37

Environmentální projekt 39

Úvodní slovo

Vědět kde jsem, ale i odkud jsem přišel a kam směřuji, bylo, je a asi i bude základní lidskou jistotou. Od navigace podle ústních sdělení, jednoduchých náčrtků, podle Slunce či hvězd a později i kompasu lidstvo pokročilo k systémům využívajících nejmodernější techniku – družice, atomové hodiny, řídící stanice a uživatelské přístroje. Globální navigační systémy si našly cestu od odborníků pracujících v různých oborech lidské činnost k běžným uživatelům, laikům. Mnozí z nich si už těžko dovedou představit svou cestu na dovolenou bez GPS navigace, další hrají různé hry využívající GPS a jejich putování za keškami se jim stalo tak trochy životním stylem. S navigací se vydáváme na kolo, na túry, domů i do světa. Položili jsme si otázku, zda bychom tuto technologii uměli využít i ve škole, pro vzdělávání. GPS navigaci jsme se proto pokusili využít jako nástroj didaktických her – jako navigaci k pokladům-úkolům pro žáky ať už v přírodě či ve městě.

Pro usnadnění práce učitelům, kteří mají zájem zařadit do výuky GPS, jsme připravili materiál **„Využití navigačních systémů ve školních environmentálních projektech“**. Celý materiál má dvě základní části – text a CD.

Text „Využití navigačních systémů ve školních environmentálních projektech“ obsahuje:

- základní informace o globálních pozičních systémech;
- tematické oddíly představující využití technologie GPS v zeměpise, biologii, chemii a fyzice. U každé tematické kapitoly k výuce je přiložen pracovní list nebo je uveden odkaz na příslušné pracovní a metodické listy uložené na CD.

CD „Využití navigačních systémů ve školních environmentálních projektech – učitelův námětovník“ obsahuje soubor pracovních metodických listů pro jednotlivé předměty či integrovanou výuku přírodovědy, návrh školního environmentálního projektu využívajícího DPZ a složku s dalšími snímky, příp. jejich popisy.

Součástí materiálů je i příloha – „**Pedagogicko-psychologické minimum III. – Samota“**, která učitele stručně seznamuje s problémem pocitů osamění v období dospívání.

S podporou projektu z Operačního programu vzdělávání pro konkurenceschopnost financovaného z Evropského sociálního fondu **„Učitel přírodovědy nejmodernější technologie“** jsme již zpracovali a vydali texty:

- „**Svět a krajina pohledem z výšky**“,
- **„Mapujeme v krajině**“.

Za celý projektový tým, který tvoří učitelé katedry geografie, katedry fyziky, chemie a odborného vzdělávání Pedagogické fakulty MU a partneři projektu: ZŠ Krásného a Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání, Vám přejeme, aby text byl pro Vás užitečný, ulehčil náročnou práci učitele, přinesl i Vám osobně nové a zajímavé informace a podněty pro Vaši práci.

Hana Svatoňová, manažerka projektu a vedoucí

Katedry geografie Pedagogické fakulty MU

Globální polohovací systémy

Globální polohovací systém (Global Navigation Satellite System, zkratka **GNSS**) slouží k určení polohy na Zemi s celosvětovým pokrytím za pomocí družic. Uživatel potřebuje pro určení své polohy malý přístroj, který vypočítá polohu daného místa na základě signálů přijatých z družic. Přesnost určení polohy je různá dle parametrů a funkcí uživatelského přístroje, pohybuje se řádově od metrů po milimetry.

V roce 2014 je **plně funkční** systém **americký NAVSTAR GPS** a **ruský GLONASS**. Vývoj probíhá na evropském **GNSS Galileo**, čínském **Compassu**. Mimo globálních (tj. s celosvětovým pokrytím) systémů existují i **regionální družicové polohové systémy** – funkční čínský a vyvíjené indický a japonský.

Na území České republiky (i jinde) využíváme polohovací systém GPS, tj. družicový vojenský radionavigační systém provozovaný americkým ministerstvem obrany. I když byl systém původně vyvinut pro vojenské účely, je využíván i v civilním a komerčním sektoru a je volně přístupný každému uživateli s vhodným přijímačem GPS.

SYSTÉM GPS – HISTORIE A VÝVOJ

GPS koncepčně vychází ze starších, radiových navigačních systému, jako byl například systém používaný ve 40. letech 20. století britským námořnictvem. Když v roce 1957 Sovětský svaz úspěšně vynesl na orbit družici Sputnik, američtí fyzikové William Guier a George Weiffenbach se rozhodli monitorovat jeho vysílání. V roce 1958 byli oba fyzikové vyzváni, aby se pokusili vyřešit opačný problém – tedy **určit polohu objektu na Zemi podle polohy satelitu**. (*Pozn. Spojené Státy v této době totiž vyvíjely systém raket Polaris, nesoucích jaderné hlavice, které měly být odpalovány z ponorek – pro jejich přesné zaměření cíle bylo potřeba znát přesnou polohu ponorky*[1]*.)* USA v 60. letech postupně vyvinuly několik navigačních systémů. Tyto systémy byly vyvíjeny paralelně, nezávisle na sobě, jednotlivými částmi amerických ozbrojených sil. GPS vzniklo později jejich sjednocením, když si představitelé ozbrojených sil USA uvědomili, že k vytvoření efektivního navigačního systému je potřeba projekty spojit v jediný systém. V roce 1973 padlo v Pentagonu rozhodnutí, a tak začal vznikat systém, který dnes nazýváme GPS. (V průběhu svého vývoje systém vystřídal několik názvů, které byly postupně opuštěny, například NAVSTAR (NAVigation System using Time And Ranging.)[2]

V roce 1983 došlo k tragickému incidentu, kdy bylo sovětskou protiraketovou obranou sestřeleno americké civilní letadlo, které se omylem dostalo do sovětského vzdušného prostoru. Prezident Reagan v reakci učinil rozhodnutí, že systém GPS bude zpřístupněn civilistům, až bude dokončen. Původně byl civilním uživatelům záměrně poskytován méně přesný signál, což bylo změněno Clintonovou administrativou a od roku 2000 mají civilní uživatelé po celém světě k dispozici stejně přesná data jako americká armáda. (*Pozn. Americká armáda může systém dle potřeby vypnout nebo změnit přesnost dat.)* Systém GPS je neustále vylepšován a modernizován, USA se mimo jiné snaží získat schopnost znemožnit jeho užívání svým protivníkům v ozbrojených konfliktech.

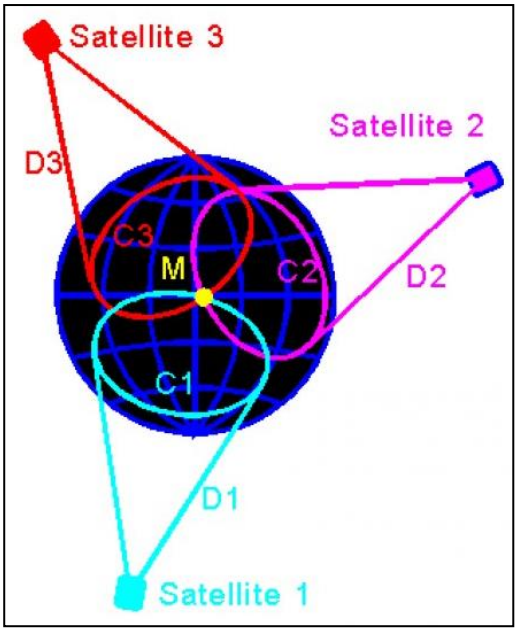
[1] http://www.jhuapl.edu/techdigest/td/td1901/guier.pdf

[2] tamtéž

PRINCIP FUNGOVÁNÍ GPS

Přijímač **GPS určuje svou polohu** v trojrozměrném prostoru pomocí **signálu vysílaného z družic** na oběžné dráze Země. Družice vysílají signál, který obsahuje **informaci o přesném času**, **kdy byl signál odvysílán**, a o **poloze,** ve které se v době odvysílání signálu **družice nacházela**. Přijímač **spočítá rozdíl mezi časem od vysílání a časem přijetí signálu** a určí tak **vzdálenost od jednotlivých družic** pomocí rychlosti světla, kterou se signál pohybuje. Následně přijímač dá dohromady **vzdálenosti od všech družic** a **určí z nich svou polohu** na povrchu Země (k tomu se používají tzv. navigační rovnice). Vzdálenost od jednotlivých družic se dá vyjádřit pomocí kružnic, které se protnou v místě, kde se nachází přijímač.

Uživateli se **zobrazí informace o zeměpisné délce a šířce jeho pozice**, případně se mu jeho **pozice zobrazí na podkladové mapě**. Pokud se tento proces opakuje, většina přijímačů dokáže **určit rychlost svého pohybu** a jeho **směr**. Změny v rychlosti se ovšem zobrazí až po chvíli a měření směru může být chybné, pokud vzdálenost, kterou přijímač urazí mezi dvěma po sobě následující měřeními, je příliš malá. Aby se tyto nedostatky odstranily, některé pokročilejší přijímače započítávají k přesnějšímu určení rychlosti i Dopplerův efekt přijatého signálu a kombinují údaje získané z GPS s kompasem a s údaji získanými z jiných měření, aby lépe určily směr pohybu. K přesnému určení polohy (zeměpisná šířka, zeměpisná délka a nadmořská výška) musejí být na příjmu alespoň čtyři satelity (obr. 1). Pokud přijímač zná některou z měřených proměnných (nadmořskou výšku, zeměpisnou šířku, zeměpisnou délka), stačí pouze tři satelity.



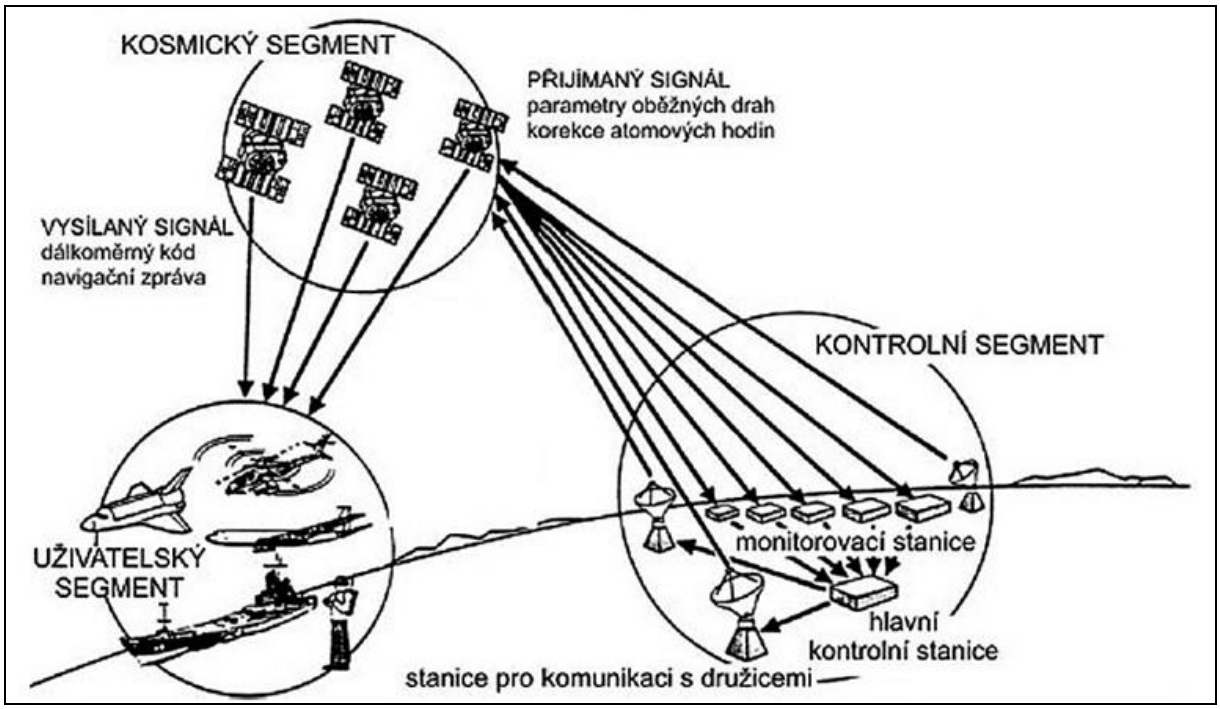
Pro správné určení vzdálenosti je klíčová **synchronizace hodin na přijímači a v satelitu** – odchylka jedné nanosekundy odpovídá odchylce 0,3 metru při určování vzdálenosti. **Systém GPS používá k měření času atomové hodiny**, které **čas určují na základě kmitočtu atomů**. (Takto se měří atomový čas, alternativou vůči němu je astronomický čas, který se určuje podle pohybu Země.) V **hlavní řídící stanici** GPS se nacházejí **kontrolní hodiny**, podle kterých jsou **synchronizovány hodiny jednotlivých satelitů**. Odchylka od času určeného kontrolními hodinami nesmí přesáhnout 1 milisekundu. Systém GPS je založen na velmi přesných kmitočtových a časových informacích (ŠVÁBENSKÝ, FIXEL, WEIGEL, 1995: 16).

Obr. 1: Určení polohy přístroje GPS protnutím pomyslných kružnic opsaných na povrchu Země, kdy body kružnice mají od satelitu stejnou vzdálenost, Zdroj: http://soutienscolairefr.hubpages.com/hub/Positioning-How-works-the-GPS

Komponenty systému GPS

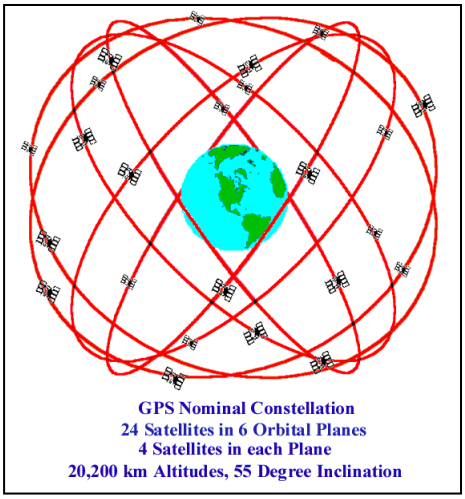
GPS má tři složky:

- vesmírnou (družice),
- uživatelskou (přijímač)
- řídící.



Obr. 2: Komponenty (segmenty) GPS. Zdroj: archiv katedry geografie, původní zdroj nedohledán.

Řídící a vesmírnou složku GPS provozuje americké vojenské letectvo, uživatelská složka je volně přístupná.



Obr. 3: Rozmístění družic systému GPS. Zdroj: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

VESMÍRNÁ SLOŽKA SYSTÉMU GPS

Vesmírná složka se skládá z 24 až 32 **družic** a ze zařízení používaných k jejich vynesení na oběžnou dráhu. Ze základních **24 družic** je 21 navigačních a 3 rezervní, nacházejí se na **6 oběžných drahách se sklonem 55° ve výšce 20 200 km** (do roku 1995 obíhaly družice ve stejné výšce jen na třech oběžných dráhách se sklonem 63°). Každá z družic má přijímač, vysílač, atomové hodiny, procesory a řadu dalších přístrojů potřebných pro navigaci i jiné, především vojenské, účely. Oběh družice kolem země trvá polovinu hvězdného dne (11 hodin a 58 minut), družice přelétá vždy nad stejnými místy na povrchu Země. Okružní poloměr oběžné dráhy (orbit) je asi 26 600 km. Orbity družic jsou nastaveny tak, aby **z většiny**

míst na Zemi bylo možné v jeden okamžik vidět 6 družic GPS. Přidávání dalších družic nad rámec původních 24 dodává systému **větší stabilitu a spolehlivost**, určování polohy se tak zpřesňuje (**při 32 družicích je z jednoho místa možné pozorovat 9 družic)**.

ŘÍDÍCÍ SLOŽKA SYSTÉMU GPS

Řídící složka se skládá z hlavní řídící stanice (Colorado, letecká základna Falcon), alternativní řídíce stanice, čtyř specializovaných pozemních antén a šesti specializovaných monitorovacích stanic. Monitorovací stanice kontrolují dráhy letu družic, získané údaje přenáší do hlavní řídící stanice. Tam jsou na jejich základě z týdenních měření vypočítány přesné údaje oběžných drah jednotlivých družic (tj. efemeridy). Pokud je nutné změnit dráhu oběhu družice, družice je po dobu provádění manévru vyřazena a přijímače její signál nevyužívají. **Hlavní řídící stanice také uchovává časový systém společný celému GPS**, pomocí antén jsou družicím předávány informace, na základě kterých si družice sjednocují čas s přesností na několik nanosekund a synchronizují svůj pohyb na orbitu. Kromě údajů z monitorovacích stanic jsou k těmto pokynům používané i měření vesmírného počasí a další data.

Obr. 4: Hlavní řídící stanice systému GPS. Zdroj: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

UŽIVATELSKÁ SLOŽKA SYSTÉMU GPS

Uživatelská složka obsahuje miliony přijímačů, které používají vlády, ozbrojené složky, soukromé společnosti i jednotlivci.

Pokud chce uživatel znát svoji pozici, procedura je zjednodušeně následující:

1. Zařízení uživatele vyšle signál směrem k družicím.
2. Družice přijmou signál.
3. Družice vyšlou informaci pozemní stanici. Informace má podobu přesného času, kdy družice přijaly signál od uživatele.
4. Pozemní stanice spočítá zeměpisnou šířku a délku polohy uživatele.
5. Nadmořská výška je spočítána z digitálního modelu terénu.
6. Pozemní stanice vyšle 3D pozici družici.
7. Družice pošle informaci o pozici uživateli.

Uživatelské zařízení může posílat i přijímat krátké zprávy od pozemní stanice.

Souřadný systém

Polohy družic systému GPS a tedy i souřadnice určovaných bodů jsou vyjádřeny v světovém geodetickém systému WGS-84 (World Geodetic System). Počátek kartézských souřadnic je v těžišti Země. [3]

ZPŮSOBY MĚŘENÍ PŘIJÍMANÉHO SIGNÁLŮ A JEJICH VZTAH K PŘESNOSTI URČENÍ POLOHY

GPS přijímače mohou při určování své polohy využívat dvou způsobů měření přijímaného signálu. Jedná se buď o jednodušší ale **méně přesné měření pseudovzdáleností** nebo o **přesnější, ale náročnější fázové měření**.

Měření pseudovzdáleností: pro měření vzdálenosti mezi družicí a anténou přijímače se využívá **měření doby šíření elektromagnetického vlnění**. Z přijatého kódu a navigační zprávy přijímač stanoví přesný čas odeslání zprávy. **Rozdíl času odeslání a času přijetí zprávy přijímačem** se násobí rychlostí šíření rádiových vln a výsledkem je pseudovzdálenost. Přístroje založené na měření pseudovzdáleností jsou využívané **pro navigaci a mapování** – tyto přijímače mají **nižší přesnost**, při následném zpracovávání je proto nutné této skutečnosti přizpůsobit např. výsledné měřítko mapy.

Fázová měření: založená na stanovení **fázového posunu nosné vlny**. Fáze přijatého družicového signálu je porovnávána se signálem generovaným přijímačem. Ze zjištěného fázového posunu lze určit, která část vlny byla právě přijata přijímačem. Tak lze stanovit první část vzdálenosti mezi přijímačem a družicí. Druhou část vzdálenosti představuje počet celých vlnových délek (= *ambiguity),* který přijímač nezná. Ambiquity se stanoví až při následném zpracování dat, ale je potřebné speciální programové vybavení Přístroje založené na fázových měřeních jsou využívané pro **zeměměřičské úkoly nebo přesnější mapování** (ŠVÁBENSKÝ, FIXEL, WEIGEL, 1995: 48–50).

[3] Podrobně se určováním souřadnic družice zabývá ŠVÁBENSKÝ O., FIXEL J., WEIGEL J., 1995; str. 20–23, převod souřadnic do S-JTSK je rozpracován v HRDINA Z., PÁNEK P., VEJRAŽKA F., 1996; str. 121–123)

Faktory ovlivňující přesnost GPS

Přesnost měření do značné míry závisí na:

- způsobu měření (měření pseudovzdáleností nebo fázová měření)
- typu použitého přijímače
- na aktuální politice Ministerstva obrany USA (to je zodpovědné především za kódování družic, Ministerstvo obrany USA může vypnout signál GPS úplně nebo cíleně snížit přesnost např. pro omezení přesného zaměřování objektů ve válečných oblastech apod.).

Určení polohy je také ovlivněno **počtem viditelných družic**, jejich výškou nad obzorem, atmosférou, šumem, či odrazy signálů**.** Základními faktory přesnosti tedy jsou:

- počet viditelných družic a jejich poloha
- synchronizace hodin
- vliv atmosféry – ionosférická refrakce, troposférická refrakce
- poměr signálu / šum

POČET VIDITELNÝCH DRUŽIC

Kvalita hodin GPS přijímače je o několik řádů nižší než kvalita hodin na družicích. Proto se s časem přijímače ve výpočetních rovnicích pracuje jako s další neznámou. Pro určení polohy měřeného bodu v 3D (x, y, z, t) jsou tak nezbytné signály minimálně ze čtyř družic. Pokud měříme polohu pouze ve 2D (x, y, t), stačí signály ze tří družic. Samozřejmě platí – **čím více družic, tím přesnější měření**. Záleží také na tom, kolik kanálů pro příjem signálů z družic náš GPS přijímač má. **Chyba** vnášená do měření je výrazně **větší v případě přijímání signálů z družic těsně nad horizontem**. Proto se na začátku měření nastavuje angel mask – úhel nad obzorem pod kterým nejsou družice zahrnuty do měření (většinou je nastavení angel mask <15°). Pokud se nacházíme v prostorech bez viditelných družic (jeskyně, tunely, uzavřené prostory, hustý les) přístroj GPS nemůže pracovat, příp. pracuje s velkou chybou – viz poměr užitečných informací.

VLIV ATMOSFÉRY

- **ionosferická refrakce**: závisí na počtu volných elektronů v atmosféře (ve vertikálním směru může vnášet chybu až 30 m).
- **troposferická refrakce**: závisí na hustotě prostředí atmosféře (ve vertikálním směru může vnášet chybu až 2,3 m).

SYNCHRONIZACE HODIN

Řídící stanice trvale synchronizují hodiny celého systému GPS s přesností na nanosekundy.

POMĚR UŽITEČNÝCH INFORMACÍ V SIGNÁLU / ŠUM A CHYBNÉ PŘIJETÍ SIGNÁLU

Signál z družic je poměrně slabý, při průchodu např. hustými korunami stromů nebo vysokou zástavbou vzrůstá podíl šumu v signálu. Multipath (mnohocestné šíření signálu), tj. odraz signálu z družic, např. od vodních ploch, skleněných budov atd. způsobuje, že anténa přijímače přijímá místo jednoho

dva signály. Tím pak dochází k chybnému určení pseudovzdálenosti. Tento problém lze z části odstranit výběrem vhodné lokality k měření nebo použitím „ochranného talíře“ kolem antény přijímače.

KOREKCE CHYB

Měřením na *referenční stanici* (= bod o známých souřadnicích) můžeme v každém okamžiku **určit chybu** při měření polohy. Stanoví se tak **korekce**, které jsou předávány mobilnímu GPS přijímači. Korekce mohou být využívány v reálném čase nebo využity až při postprocesingu. Zpracování korekcí **v reálném čase** je důležité především **pro navigaci**. Po celém světě se vyskytují organizace provozující sítě referenčních stanic (jako první bylo pokryto pobřeží USA – navigace v lodní dopravě; později bylo pokryto pobřeží Evropy a Číny) Na území ČR byl v roce 2000 spuštěn zkušební provoz na 4 pevných referenčních stanicích (Benešov, Beroun, Kolín, Všetaty). (VEJRAŽKA F., 2000)

Další družicové navigační systémy

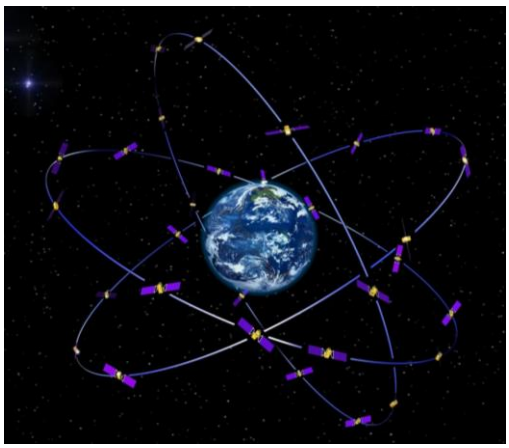
GALILEO – EVROPSKÝ GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ DRUŽICOVÝ SYSTÉM

Galileo se stal samostatným evropským projektem, financovaným Evropskou unií a řízeným Evropskou kosmickou agenturou (ESA). Plány na jeho výstavbu vznikly v roce 1999, první družice byla vyslána na oběžnou dráhu v roce 2005. Systém by měl být plně operační cca od roku 2020, měl by se skládat celkem z 30 družic. Navigační systém Galileo je plánovaný autonomní evropský Globální družicový polohový systém (GNSS), který by měl být obdobou americkému systému Navstar GPS a ruskému systému GLONASS.

Obr. 5: Logo Galileo. Zdroj: ESA – http://www.esa.int/

Oba současné systémy (GPS a GLONASS) jsou vojenské a ani jeden z provozovatelů nedává záruku, že ve výjimečných situacích budou systémy plně funkční pro civilní využití. Pokud by na jejich využívání byla založena některá z dopravních služeb, mělo by dočasné zhoršení výkonu systému nebezpečné důsledky pro její uživatele. Evropský systém Galileo je naopak primárně navržen jako projekt řízený a spravovaný civilní správou.

Plný systém bude sestávat z **30 družic** (27 operačních + 3 záložní) obíhajících ve třech rovinách po kruhových drahách na střední oběžně dráze Země (Medium Earth Orbit – MEO) ve výšce 23 222 km. Každá z rovin dráhy bude svírat s rovinou rovníku úhel 56°, což umožní využívat navigační systém bez potíží až do míst ležících na 75° zeměpisné šířky. Velký počet družic, z nichž tři budou záložní, zajistí spolehlivou funkci systému, i když některá družice přestane správně pracovat. Galileo umožní každému držiteli přijímače signálu určit jeho aktuální polohu s přesností lepší než jeden metr. Systém Galileo má největší potenciál především v dopravě (letecká, silniční, železniční, námořní a říční, městská, atd.), přesto však nabízí široké využití i v dalších oblastech, kde zvýší bezpečnost, přesnost a komfort (energetický průmysl, bankovnictví, zemědělství, civilní ochrana, životní prostředí, stavebnictví atd.).



Obr. 6.: Galileo systém a plánované rozmístění družic na oběžných drahách. Zdroj: http://www.esa.int/

Evropský civilní družicový navigační systém GALILEO bude poskytovat celkem čtyři druhy služeb:

- **Základní služba (Open Service – OS)** – základní signál, poskytovaný zdarma,
- **Komerční služba (Commercial Service – CS**) – na rozdíl od služby základní využívá ještě další dva signály. Tyto signály jsou chráněny díky komerčnímu kódování, které bude řízeno poskytovateli služeb a budoucím Galileo operátorem. Přístup je kontrolován na úrovni přijímače, kde se využívá přístupového klíče.
- **Veřejně regulovaná služba (Public Regulated Service - PRS)** – dva šifrované signály, s kontro-

lovaným přístupem a dlouhodobou podporou, určené pro státem vybrané uživatele, především pro bezpečnostní složky státu

- **Vyhledávací a záchranná služba (Search And Rescue service - SAR**) – služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby COSPAS-SARSAT s možností oboustranné komunikace

Zajímavost

Na stránkách ESA http://www.esa.int/cze/ESA_in_your_country/Czech_Republic můžeme sledovat aktuální dění týkající se budování systému Galileo. Aktuální dění v květnu 2014: on line 17. 5. 2014

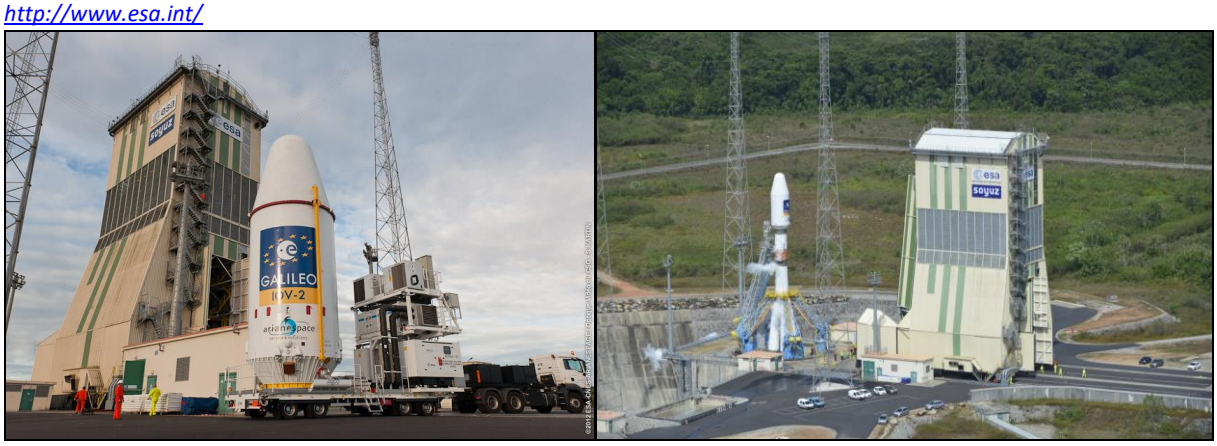
Obr. 7: Vykládka kontejnerů s družicemi Galileo. Zdroj: http://www.esa.int/

7. květen 2014 – Dvojice nejnovějších navigačních družic systému Galileo dorazila na **evropský kosmodrom ve Francouzské Guayaně**, kde projdou závěrečnou předstartovní přípravou. Ta bude **zakončena vypuštěním do vesmíru na konci letošního léta**. Bezpečně zapouzdřené v klimatizovaných kontejnerech překonaly satelity Atlantický oceán na palubě nákladního letounu Boeing 747. Družice spatřily světlo světa v továrně OHB v německých Brémách, přičemž jejich navigační vybavení bylo dodáno firmou Surrey Satellite Technology Ltd. v Guildfordu (Velká Británie). Obě – první dva exempláře ze série FOC (Full Operational Capability) – pak strávily uplynulé měsíce v technickém středisku ESA ESTEC v Noordwijku (Nizozemí), kde prošly intenzivními testy napodobujícími podmínky kosmického prostředí. Následně odtud putovaly na dvojici nákladních automobilů na letiště ve Frankurftu, odkud ještě tentýž večer odletěly. Družice pak přistály na letišti Cayenne – Félix Eboué ve Francouzské Guayaně druhý den nad ránem místního času. Odtud pak satelity putovaly do čistých místností na kosmodromu, kde budou bezpečně vybaleny z přepravních kontejnerů, aby mohly začít předstartovní kampaň. Pár družic bude společně vypuštěný na palubě nosné rakety Sojuz, čímž se přidá ke kvartetu satelitů Galileo již se nacházejících na oběžných drahách. Úvodní čtveřice – minimální počet pro možnost stanovení polohy – už demonstrovala schopnost systému pracovat dle předpokladů. Přitom zároveň vytvoří operační jádro budoucí plné sestavy systému. „Podobné přílety družic budou v příštích letech čím dál tím víc obvyklé," komentuje vedoucí kanceláře zajišťování kosmické části systému Galileo v ESA Giuliano Gatti.

Zdroj: http://www.esa.int/cze/ESA_in_your_country/Czech_Republic, on-line 17. 5. 2014

Video k projektu Galileo naleznete zde:
http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/01/Galileo_validated_in_orbit_VNR

Obr. 8: Řídící stanice pozemního systému v německém Oberpfaffenhofenu kontroluje a řídí družice systému Galileo. Zdroj: http://www.esa.int/



Obr. 9: Svrchní část určená nosné rakety Sojuz obsahující družici systému Galileo (vlevo). Příprava k vynesení družice systému Galileo na oběžnou dráhu s použitím rakety Sojuz (vpravo). Zdroj http://www.esa.int/

GLONASS

Ruský družicový navigační systém, který je nejvýznamnější dostupnou alternativou vůči GPS. GLONASS v minulosti čelil vážným finančním problémům, president Putin ovšem jeho fungování považuje za prioritu a zvýšil proto výdaje na jeho udržování. V roce 1999 bylo k dispozici pouze 6 satelitů na oběžné dráze, v roce 2011 se jejich počet vrátil na potřebných 24. Systém GLONASS je v současnosti plně funkční, svým komerčním využitím ovšem oproti GPS značně pokulhává a mimo ruské ozbrojené síly je využíván poměrně málo. Ruská vláda se jeho využívání snažit prosadit alespoň na území Ruska a nutí dodavatele přijímačů GPS, aby zařízení učinili kompatibilní s GLONASS. Princip fungování GLONASS je velmi podobný.

Plán pro vývoj systému GLONASS byl schválen v prosinci 1976 rozhodnutím centrální komise komunistické strany Sovětského svazu a radou ministrů SSSR. První dvě testovací a jedna provozní družice byly umístěny na oběžnou dráhu 12. října 1982. Celkově do roku 1991 bylo Sovětským svazem vypuštěno 44 provozních a 8 testovacích družic systému GLONASS. V roce 1991 bylo na oběžné dráze ve dvou rovinách dvanáct družic, což stačilo pro omezený provoz systému. Vývoj systému GLONASS byl po rozpadu Sovětského svazu převzat jeho nástupnickou zemí - Ruskem. Plná provozuschopnost systému byla plánována na rok 1991. Poté bylo 24. září 1993 oznámeno, že je systém kompletní, nicméně konstelace byla doopravdy dokončena až v prosinci roku 1995. Díky špatné ekonomické situaci v Rusku však bylo v dubnu 2002 v provozu pouze osm družic, takže fakticky byl celý systém jako globální navigační nástroj nepoužitelný. Situace se změnila 20. srpna 2001, kdy byl ruskou vládou schválen federální program "Globální navigační systém". Systém je plně funkční (tzn. plný počet 24 družic na oběžné dráze) od konce roku 2010. Převzato z http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/rusky-glonass/, on-line 17. 5. 2014.

POROVNÁNÍ NAVIGAČNÍCH SYSTÉMŮ

V současné době (2014) lze využívat dva celosvětově fungující navigační systémy – GPS a GLONASS. Přehled systémů ukazuje tabulka1. Moderní uživatelské GPS přístroje mohou přijímat signály z obou systémů, viz text GPS versus GLONASS.

Tab. 1: porovnání základních parametrů jednotlivých navigačních systémů. Zdroj: http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf

GNSS	GPS	GLONASS	GALILEO
začátek vývoje	1973	1982	2001
start první družice	1978	1982	2005
celkový počet družic	21 + 3 náhradní	21 + 3 náhradní	27 + 3 náhradní
dráhové roviny	6	3	3
sklon k rovníku	55º	65º	56º
výška nad Zemí	20 180 km	19 100 km	23 222 km
oběžná doba	11 h 58 min	11 h 15 min	14 h 05 min
souřadnicový systém	WGS 84	PZ90	GTRF
charakteristika signálu	kódová identifikace	frekvenční identifikace	kódová identifikace
frekvence	L1 , L2 , (L5)	L1 , L2 , (L5)	E5a , E5b , E6 , E2-L1-E1

GPS vs. GLONASS?

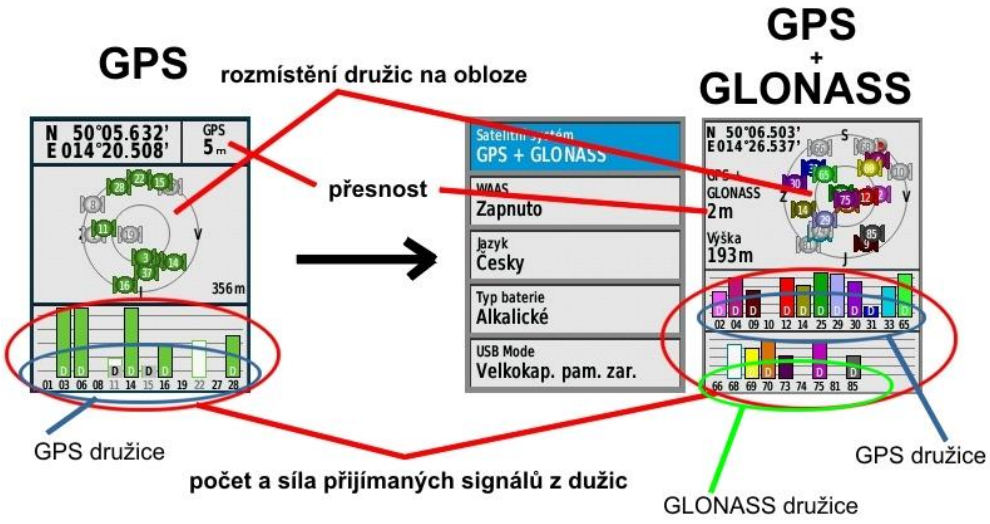
Vybrané navigace nabízí kombinovaný příjem amerických družic GPS a ruských družic GLONASS. Proč? Jaké jsou výhody takových navigací?[4]

Přesnost a spolehlivost fungování navigačního přístroje je přímo závislá na příjmu signálu z družic, které obíhají okolo Země. Čím více družic je schopen navigační přístroj přijímat, tím lepší přesnosti a spolehlivosti (zejména v místech s omezeným výhledem na oblohu) dosahuje. Standardní GPS přijímače mají možnost přijímat signál z některé z 24 družic amerického navigačního systému GPS. Aby bylo možné vypočítat pozici, kde se uživatel GPS přijímače nachází, je potřeba mít příjem z minimálně

[4] *http://www.garmin.cz/aktualne/aktuality/gps-vs-glonass.html, on-line 2.7. 2014*

3 družic, maximálně je možné současně přijímat až 12 GPS družic (12 družic se pohybuje nad horizontem, druhých 12 družic je schováno pod horizontem).

Outdoorové navigace řady Garmin eTrex i novější modely (Oregon, Dakota) nabízí nově možnost využívat nejen amerického navigačního systému GPS, ale i konkurenčního ruského navigačního systému GLONASS. V případě využití obou dostupných navigačních systémů má navigační přístroj možnost využívat dvojnásobného počtu družic – 24 družic GPS a 24 družic GLONASS.



Obr. 10: Využití systémů GPS a Glonass pro navigaci. Zdroj: http://www.garmin.cz/aktualne/aktuality/gps-vs-glonass.html

S možností využití dvojnásobného počtu družic má uživatel možnost dosáhnout vyšší přesnosti a lepší citlivosti zejména v místech s omezeným výhledem na oblohu.

LITERATURA

ŠVÁBENSKÝ O., FIXEL J., WEIGEL J. 1995. *Základy GPS a jeho praktické aplikace*. Fakulta stavební VUT v Brně, [Skriptum]. 123 s. ISBN 80-214-0620-8.

HRDINA, Z.; PÁNEK, P.; VEJRAŽKA, F.1995. *Rádiové určování polohy – Družicový systém GPS*. [Skriptum]. ČVUT: Praha. 267 s.

VEJRAŽKA, F. 2000. *Současnost a budoucnost diferenčních metod určování polohy pomocí navigačních družic.* GeoInfo č. 8, ročník 2000. s. 6–8. ISSN 1212-4311.

ESA – Česká republika. [on-line]. Dostupný z WWW: http://www.esa.int/cze/ESA_in_your_country/Czech_Republic [cit. 17. 5. 2014]

GLONASS history. Federal Space Agency, Informational-anmalytical centre. [on-line]. Dostupný z WWW: http://glonass-iac.ru/en/guide/index.php [cit. 20. 7. 2014]

Výhody a nevýhody určování polohy s GPS

VÝHODY

- 24 hodin denně
- nezávisle na počasí
- kdekoliv na zemském povrchu
- přesnost až na cm
- 3D souřadnice
- rychlost a efektivnost

NEVÝHODY

- nutná přímá viditelnost na družice tj. možné problémy s měřením v hustých porostech, zástavbách
- nemožnost měření v podzemí
- vybité baterky

BUDOUCNOST GPS

- zvyšování přesnosti, bezpečnosti – kombinace GPS, Glonass, Galileo
- zvyšování počtu družic a jejich modernizace
- přidání dalších nosných frekvencí.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Které faktory okolního prostředí ovlivňují využití navigace? Jmenujte minimálně tři situace, které znemožňují přesnou navigaci a tři situace, které jsou naopak pro navigaci optimální.

Zjistěte, čím je Praha důležitá pro organizaci systému Galileo.

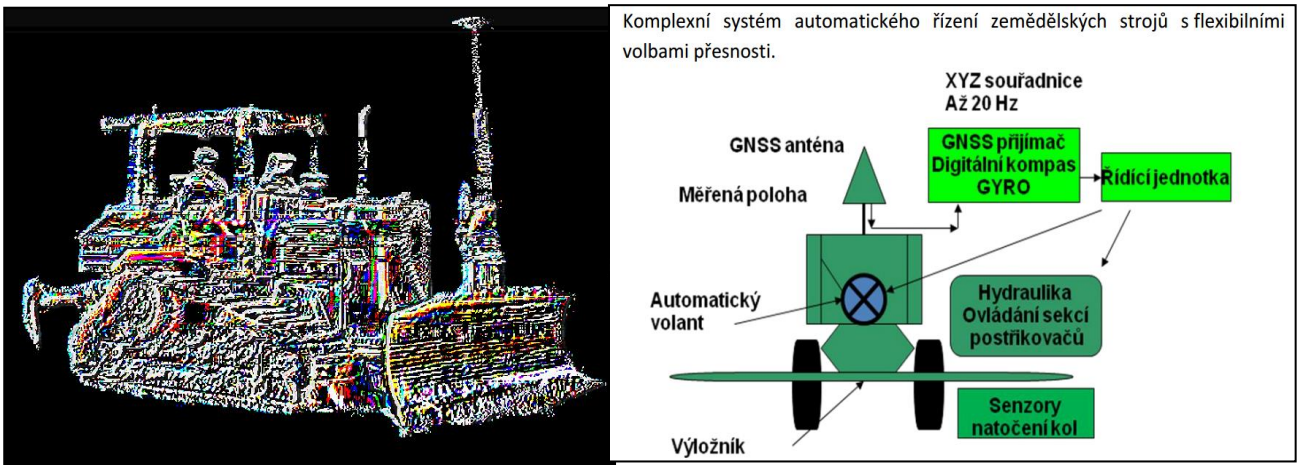
Kolik navigačních systémů je v současnosti celosvětově funkčních? Který (které) můžeme využít na území České republiky?

Porovnejte výšky letu navigační družice s družicemi na geostacionární dráze a na subpolární dráze. Které jsou od povrchu Země nejvzdálenější? Jaké je vybavení družic pro navigaci?

Oblasti aplikace GPS

Různé obory vědy a výzkumu využívají GPS k určení polohy nejrůznějších objektů na Zemi. Např. geografové mapují objekty či trasy, archeologové identifikují nové objevy, botanici zanášejí do fytogeografických map cenná rostlinná společenstva, etologové studují migrační trasy zvířat atd. Typickými odvětvími civilních uživatelů GPS jsou:

- doprava (pozemní doprava, letectví, námořnictvo, kosmické lety sledování vytíženosti dopravní sítě, pro navigaci plavidel, monitorování pohybu vlakových souprav);
- krizové řízení – lokalizace události, navigace k místu události, evidence události přesným určením prostoru;
- geologie a geofyzika – lokalizace prostorů, lokalizace nalezišť;
- geodézie – GNNS jako jedna z metod určování polohy při zaměřování nebo vytyčování;
- geografie – mapování, lokalizace objektů, tras, ploch;
- archeologie – zaznamenání nalezišť, mapování;
- lesnictví a zemědělství – mapování, přesný pohyb strojů;
- vojenství – navigace na cíle, orientace, záznamy tras a pohybů a směrů;
- turistika a zábava – navigace na trase, záznam trasy, orientace.



Obr. 11: Buldozer s nainstalovaným řídicím systémem s GPS (vlevo). Využití GNNS v přesném zemědělství – pohyb zemědělského stroje (vpravo). Zdroj: http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf

Metodický postup pro učitele pro práci s GPS

GPS přístroje jsou v naší společnosti stále rozšířenější a v řadě škol jsou již běžnou výbavou, bez které s žáky do terénu nechodíme. Na učitele tak připadá role toho, kdo žáky musí s GPS přístrojem naučit pracovat a udělat z žáků zdatné uživatele. Obzvlášť, pokud je chce učitel vyslat na dobrodružnou hru za pokladem, kterou jdou zdánlivě sami, bez dozoru.

Vzhledem k různým druhům GPS přístrojů není k dispozici jednotný název, který by učitel mohl využít. Každý GPS přístroj má svoje funkce, svoje ikony a především svá různá specifika. Existuje však několik kroků, které by učitel neměl opomenout, než žáky vyšle na cestu.

ZAPNUTÍ GPS A DRUŽICOVÝ SIGNÁL

Po zapnutí přístroje vždy vyčkejte na místě, než si GPS přístroj chytne signál. Je dobré, pokud je přitom zajištěn přímý výhled na oblohu. Jakmile bude mít GPS signál, můžete seznámit žáky s principem družic, ze kterých GPS přístroj chytá signál a také je upozornit na nepřesnost, která je znázorněna právě u funkce družice. To je dobré si kontrolovat především v místech, kde není přímý výhled na oblohu, např. v hustém lese.

PRÁCE S MAPOU

Vysvětlete žákům základní pravidla a principy ovládání mapy. Doporučujeme začít od toho, co jim vlastně ukazuje jejich aktuální pozici (většinou modrý trojúhelník). Kromě přibližování a oddalování mapového podkladu a tím také jeho generalizace nebo naopak zobrazení podrobnějšího obsahu, by měli žáci umět pohybovat se v mapě, přemístit ukazatel na určité místo v terénu a zjistit si o něm základní informace.

KALIBRACE

Než vyjdete na cestu a především pokud GPS přístroj přepravujete na velkou vzdálenost, je nutné provést kalibraci kompasu. Tuto funkci najdete v Nastavení. Pro správnou kalibraci stačí dodržet pokyny, které se objevují na displeji přístroje.
Kalibrovat lze také výškoměr, je ale nutné znát přesnou nadmořskou výšku daného místa. Proto kalibraci výškoměru provádíme nejčastěji u turistických rozcestníků nebo na významných místech v terénu, které mají svoji výšku zaznačenou v mapě. I kalibraci výškoměru provedeme přes Nastavení.

PROŠLÁ TRASA

Na některých přístrojích je tato funkce skryta pod názvem Záznam prošlé trasy. Uživatel, který před začátkem cesty zapne tuto funkci, může po celou dobu sledovat na displeji GPS přístroje čáru, kopírující jeho cestu. Jestliže nevíte, kdo měl GPS přístroj před vámi, je rozumné si vždy všechny předchozí záznamy vymazat. Tím zabráníte chybným údajům a špatnému zobrazení cesty. Po návratu nebo příchodu do cíle pak prošlou trasu uložte – uloží se na paměťovou kartu přístroje a z paměti přístroje ji lze vymazat a nechat tak GPS tzv. čistou pro další uživatele. Důležité je také vědět, že i když vám dojdou baterky nebo GPS vypnete, po znovu zapnutí bude přístroj pokračovat v mapování. Pokud ale mezi místem vypnutí a znovu zapnutí přístroje půjdete dál, přístroj dopočítá chybějící úsek cesty na základě vlastního úsudku a tato trasa se ne vždy musí shodovat s reálně prošlou trasou.

Uloženou trasu lze pak stáhnout ve formátu .gpx[5] nebo .gdb do příslušného programu, jako je například MapSource pro GPS značky Garmin nebo Google Earth. Spolu s prošlou trasou se stáhne také informace o její délce a výškový profil prošlé trasy.

TRASOVÝ POČÍTAČ

Tato funkce by se dala přirovnat v podstatě k tachometru. Jedná se o počítadlo kilometrů a dalších předvolených ukazatelů v průběhu výletu. Nevýhodou trasového počítače je, že se nevynuluje – musíte ho tedy před každou cestou vymazat ručně. Údaje z něj se také nikam neukládají (s výjimkou délky trasy, viz předešlý bod), takže pokud vás zajímá, jak dlouho vám daná trasa zabrala, je určitě nutné si údaje opsat.

UKLÁDÁNÍ BODU

Před každou cestou nechejte žáky, aby si nejprve uložili bod stratu. Následně si mohou žáci do GPS přístroje nahrávat body dalších míst a to tak, že budou měnit polohu pomocí přepisování zeměpisných souřadnic.
U každého bodu lze měnit jeho název a ikonu, která se bude zobrazovat v mapě. Při zadání souřadnic daného bodu se také objeví vzdušná vzdálenost z aktuální pozice k nově vytvořenému bodu. Jednotlivé body jsou pak uloženy v GPS přístroji a to tak dlouho, dokud je uživatel nesmaže. Body se ukládají do paměti přístroje, nikoli na paměťovou kartu.

AKTUÁLNÍ INFORMACE O MÍSTĚ

GPS přístroj umožňuje každému uživateli zjistit si aktuální informace o místě, na kterém se nachází. Mezi tyto informace patří zeměpisné souřadnice a aktuální nadmořská výška. Zároveň GPS umožňuje změřit vzdálenost a vypočítat plochu – viz pracovní list XY, kde je uveden postup, jak mají žáci pracovat.

NAVIGACE V TERÉNU

GPS přístroje jsou samozřejmě určeny především k navigaci. Turistické GPSky umí také navigovat řidiče auta, ale nejsou k tomuto účelu primárně určeny (nemají hlasovou navigaci a jejich mapové podklady jsou tvořeny turistickými mapami, nikoli automapou). Při navigaci v terénu využívají navigaci na nejkratší vzdálenost, tedy vzdušnou čarou. To může být paradoxně výhodou právě ve výuce zeměpisu a při orientaci v terénu, neboť GPSka žáky nevede přímo na místo, ale žáci jsou nuceni číst mapu a terén, aby na místo došli bezpečně a po vhodné cestě.

Toto jsou asi nejdůležitější kroky, které by měl učitel svým žákům předat, pokud je chce naučit základním funkcím GPS přístroje. Pro podrobnější ovládání GPS přístrojů je ale vždy nutné si přečíst návod a seznámit se s konkrétním přístrojem. A malá rada na závěr: v dnešní době je pro žáky lepší a uživatelsky příjemnější GPS přístroj s dotykovým displejem.

---

[5] Formát .gpx je z anglického GPS eXchange Format) a jedná se o nejrozšířenější formát souborů pro stažení a uložení bodů, tras či například kešek. (Zdroj: http://wiki.geocaching.cz/index.php?title=GPX).

GPS v zeměpise

MĚŘENÍ VZDÁLENOSTI, PLOCHY, NADMOŘSKÉ VÝŠKY

GPS lze použít k měření vzdálenosti, plochy či nadmořské výšky. Měření těchto veličin bez GPS bylo popsáno v publikaci Mapujeme v krajině (s. xx). Měření s GPS je velmi jednoduché, stačí jen GPS správně nastavit. Aby GPS měřila správě, je třeba před použitím provést **kalibraci** a pokud používáte jinou, než svoji GPS, ověřte si, že jsou **počítadla vynulovaná**.

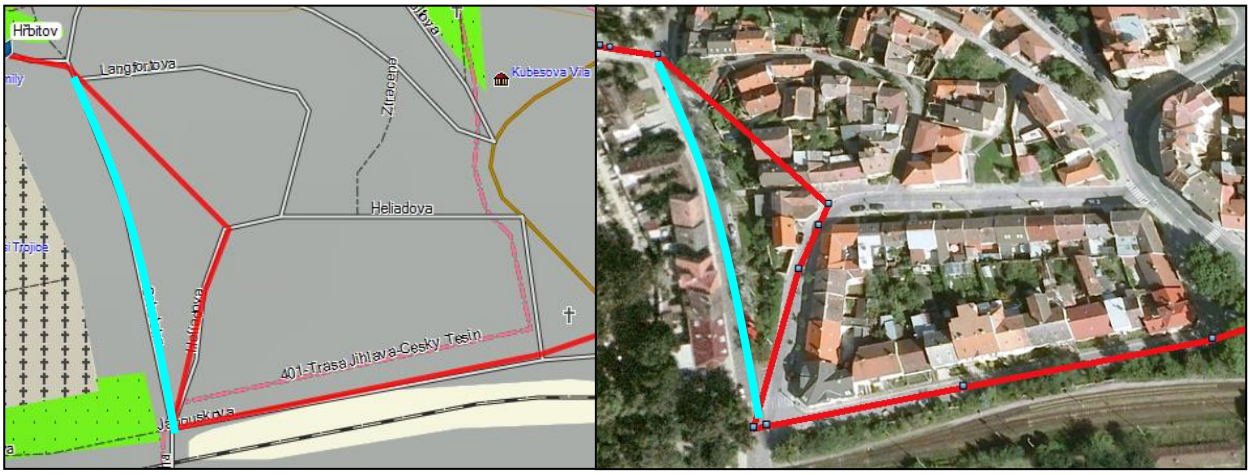
Měření vzdáleností, rychlosti a času pohybu probíhá pomocí trasového počítadla, kde se automaticky při pohybu zaznamenává délka prošlé trasy. GPS také zaznamenává kromě uvedených veličin průměrnou rychlost či délku zastavení.

Obr. 12: Trasový počítač na přístroji Garmin Dakota 10. Foto: H. Svobodová

Stejné funkce jsou schopny měřit i nejrůznější sporttestery, které mají přijímač GPS. „Hodinky s GPS" jsou oproti klasické turistické GPS schopny navíc změřit tempo a počet spálených kalorií. Pokud máte při pohybu zapnuté **trasování**, je možné prošlou trasu zaznamenanou pomocí GPS přijímače vyexportovat do počítače. Během pohybu je možné zaznamenávat důležité body, které se na trase rovněž zobrazí.

Pro zobrazení záznamu tras v počítači je možné využít různé programy/aplikace. Běžný uživatel si může trasu vyexportovat do Google Maps (viz metodický list). Společnost Garmin nabízí volně stažitelný program s názvem Base Camp, s nákupem turistické GPS od společnosti Garmin obvykle získáte podobný program s názvem Map Source (pro mapy České republiky je běžné měřítko 1 : 10 000 nebo 1 : 25 000). Aplikací pro vyhodnocení trasy a dalších ukazatelů však existuje celé množství a stačí jen zapátrat na internetu a zvolit si program/aplikaci dne vašich požadavků.

Nevýhodou měření pohybu pomocí GPS je, že jednotlivé body vaší trasy jsou ukládány v určitých časových intervalech (dle vašeho nastavení). Pokud je vás pohyb (např. na kole) příliš rychlý, GPS nestačí zaznamenávat všechny body a při exportu map do počítače můžete zjistit, že jste podle GPS prošli třeba zdí – viz obr. 13. Přesnost měření záleží také na aktuálním počasí, zejména oblačnosti, a také terénu, ve kterém se pohybujeme. Pokud je výhled na oblohu zakrytý např. stromy, je množství viditelných družic menší, přijímaný signál slabší a přesnost měření s GPS nižší. Druhým problémem může být aktuálnost map, které máte v GPS. Tento případ je nebezpečný především při absolutní víře v dokonalost automobilových GPS, které vás mohou zavést do jednosměrné ulice nebo úplně mimo silnici.



Obr. 13: Export zaznamenané trasy (červená čára) s body do programu Base Camp a Google Maps – příklad „průchodu zdí". Skutečně prošlá trasa je označena azurovou čárou. Podklad: Google Maps, záznam trasy H. Svobodová ve městě Třebíč.

Stejně jednoduše lze pomocí GPS **měřit i plochy**. Najděte v GPS funkci „výpočet plochy" nebo jí podobnou podle toho, jaký máte přístroj. GPS zobrazí následující pokyn: „Stiskněte tlačítko Start. Poté projděte obvod plochy, kterou chcete vypočítat. Po dokončení stisknutím možnosti Vypočítat zobrazíte plochu uvnitř cesty, kterou jste prošli." Po měření máte možnost nastavit jednotky – podle plochy si zvolte buď metry, nebo kilometry čtvereční.

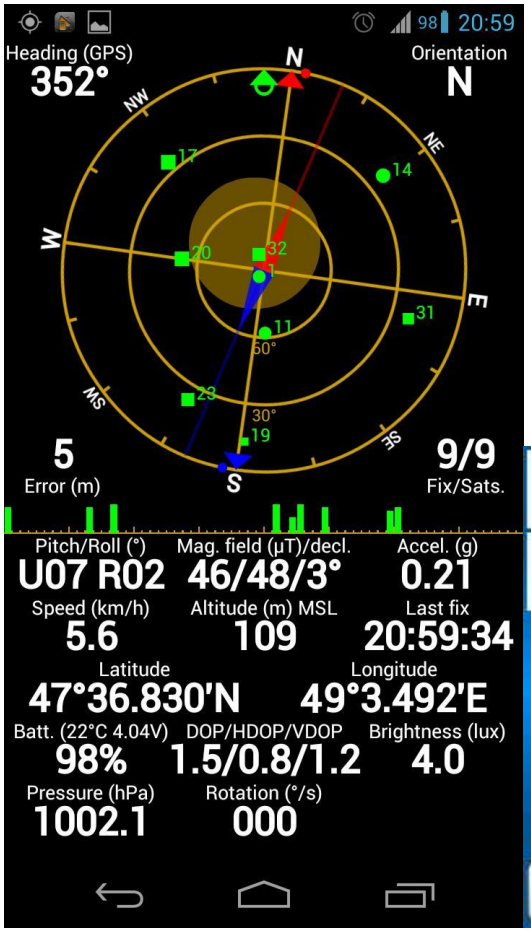
Při **měření nadmořské výšky** využívá GPS geocentrický systém. To znamená, že ve středu Země se protínají tři pomyslné osy x, y, z. Každý bod na povrchu Země i nad ní má svoji vlastní polohovou GPS "adresu", složenou ze souřadnic x, y, z. Tyto systémové souřadnice jsou teprve pak převedeny do tvaru, s nímž si rozumí naše mapa (zeměpisná délka a šířka, nebo rovinné souřadnice různých kilometrových sítí). A k tomu navíc z GPS dostaneme údaj nadmořské výšky.

Aby to nebylo až tak snadné, má to háček. I když při opakovaných měřeních stále na jednom známém místě zjistíme velmi malé tolerance výškových údajů z GPS, mohou se lišit (a většinou se liší) od údajů na mapě. Rozdíly jsou dány rozdíly systémů. Výškové údaje na mapách, vrcholech a dalších orientačních bodech vycházejí z klasických měření, vztažených k mořské hladině. Jelikož hladiny moří a oceánů nejsou ve stejné úrovni, existují rozdíly ve výškových údajích podle toho, od hladiny kterého moře jsou měřeny. A proto také najdeme rozdíl mezi výškou z GPS a mapy. Podstatné však je, že rozdíl mezi GPS a mapou je na malém území prakticky konstantní. Na nových kvalitních mapách na tento rozdíl upozorňuje legenda. Pokud legenda nic nepraví (nebo si chceme odchylku ověřit se svým přístrojem), stačí na prvním známém místě rozdíl zjistit – a při všech dalších měřeních v daném regionu rozdíl k údaji z GPS přičíst nebo jej odečíst. To podle toho, zda GPSka na známém místě udala menší nebo větší výšku než mapa.[6]

PRÁCE S KOMPASEM A BUZOLOU V GPS

Každý se určitě někdy v životě setkal s kompasem či buzolou. Díky rozmachu nových technologií – především chytrých mobilních telefonů a tabletů se v dnešní době můžeme setkat i s elektronickým kompasem (pozor, ne všechny tablety či mobily podporují kompas). Prvotní potřebu elektronického kompasu projevila armáda, ale postupně se tato vymoženost dostala i do rukou běžných uživatelů. Ti ho využívají jak k určení směru cesty, tak pro některé hry. Systém GPS, a tedy i elektronický kompas

[6] *Zpracováno podle http://www.svetoutdooru.cz/clanky/gps-a-nadmorska-vyska*



má však jednu typickou nevýhodnou vlastnost – pokud stojíte na místě, přístroj není schopen určit směr, kterým se díváte.

Práce s elektronickým kompasem je stejná jako s kompasem klasickým. Pomocí obou přístrojů je možné rozpoznat světové strany, tak určit azimut. Některé GPS mají dvojosý kompas a některé tříosý. Aby bylo vidět směr u dvojosého, je nutné držet přístroj vodorovně, zatímco u tříosého nezáleží, v jaké poloze se GPS nachází. Dvojosý kompas se kalibruje pomocí otáčení GPS kolem dvou os, trojosý kolem tří os.

Kompas v GPS nejčastěji využijete při hledání keší (viz kap. Xxx), kdy vám kompas bude ukazovat směr cesty, kterou se musíte pro úspěšný odlov vydat.

Kompas v GPS lze také velmi dobře použít k orientaci mapy, a to na úplně stejném principu jako se orientuje mapa s buzolou.

Obr. 14: Kompas v tabletu (černý obrázek) a v GPS. Zdroj: http://androidaplikace.cz/index.php/2012/12/gps-status-toolbox-buzola-po-smartphonsku/, http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/garmin-dakota-20-jo-to-bylo-v-dakote-po-vejplate-test/gps-prijimac-skvely-elektronicky-kompas-a-vydrz/sc-265-a-1314320-ch-1049548

<table>
<tr><td>Číslo metodického listu:

ML-ZE-x</td><td rowspan="3">Téma:
GPS V ZEMĚPISE

Název aktivity:
ML-ZE-x: Měření vzácnosti, plochy, azimutu a nadmořské výšky s GPS</td><td>Cílová skupina:
žáci 2. stupně ZŠ</td></tr>
<tr><td>Časová náročnost:
1 hodina v terénu
1 hodina v PC učebně</td><td>Použité metody a formy:
Individuální či skupinová práce</td></tr>
<tr><td>Prostředí výuky:
Pozemek, který vybere učitel</td><td>Návaznost na RVP:
Zeměpis: Geografické informace, zdroje dat, kartografie a topografie.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Mezipředmětové vazby:
Matematika: Geometrie v rovině a v prostoru.
Informatika: Závislosti, vztahy a práce s daty.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Po skončení aktivity bude žák schopen:
• Měřit vzdálenosti, plochu a nadmořskou výšku pomocí GPS.
• Převést změřenou trasu a její profil do počítače.</td></tr>
<tr><td>Pomůcky:</td><td colspan="2">• GPS, tablet, podkladová mapa území, pásmo
• Přístup k PC s internetem a programem, do kterého lze exportovat trasa z GPS</td></tr>
<tr><td>Motivační text:</td><td colspan="2">Do kartografie, geodézie, geografie i jiných věd a v neposlední řadě do škol pronikají nové technologii, včetně GPS. Veličiny, které bylo možné ještě v nedávné době měřit pouze pomocí metru/pásma, klínometru, úhloměru či vyčíst z mapy, dnes dokážeme snadno zjistit pomocí GPS.

GPS se během několika let rozšířily tak, že dnes je již má řada z nás nejen v autě, ale také v mobilním telefonu či tabletu. Avšak pozor, moderní technologie musíme umět správně používat, k čemuž mají pomoci následující úkoly.</td></tr>
<tr><td>Zadání úkolů:</td><td colspan="2">Učitel v mapě předem vymezí pozemek, na kterém budeme pracovat. Na pozemku proveďte následující měření.

1. Změřte pomocí GPS obvod pozemku. Ověřte měření pomocí jiné metody bez použití GPS, např. krokováním nebo pomocí pásma. Při měření mějte zapnutou funkci trasování. Uložte si výchozí bod měření a také body ve všech rozích pozemku.

2. Najděte nejsevernější místo pozemku. Jaká je jeho zeměpisná délka a šířka? Porovnejte souřadnice s mapou.

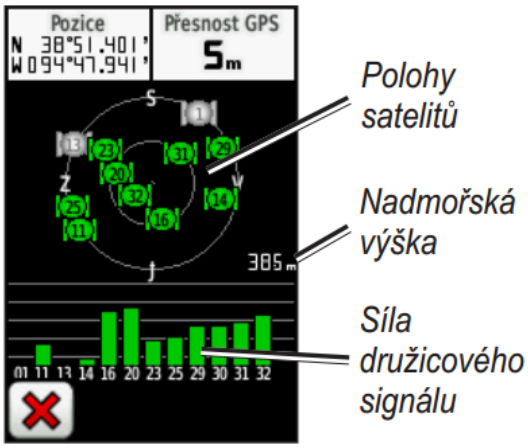
3. Určete nadmořskou výšku nejsevernějšího místa. Porovnejte nadmořskou výšku s mapou.

4. Změřte plochu pozemku v metrech čtverečních. Ověřte měření vlastním výpočtem.

Dále pracujte s naměřenými údaji v počítačové učebně.

1. Vyexportujte do Google Maps nebo jiného programu (např. Base Camp, který je volně stažitelný nebo Map Source) trasu, kterou jste prošli při měření obvodu pozemku.

2. Zkontrolujte, jestli obvod pozemku „sedí“ s mapou.</td></tr>
</table>

	3. V programu Base Camp vytvořte profil terénu.
Autorské řešení:	*Úkoly nemají autorské řešení, vždy záleží na výběru pozemku.*
Postup práce:	Zapněte GPS a počkejte, než se načte vaše poloha.  **Stránka Družice** Proveďte kalibraci GPS: Nastavení – Směr pohybu – Stisknout pro zahájení kalibrace kompasu. Vynulujte trasový počítač: Nastavení – Vymazat – Vymazat data cesty, stopky, průměry atd. Zapněte trasování: Nastavení – Prošlé trasy – Záznam, ukazovat na mapě Trasový počítač načítá vzdálenosti. **Trasový počítač** V rozích pozemku si ukládejte body: Nadmořská výška se zobrazuje buď na výchozí obrazovce s družicemi

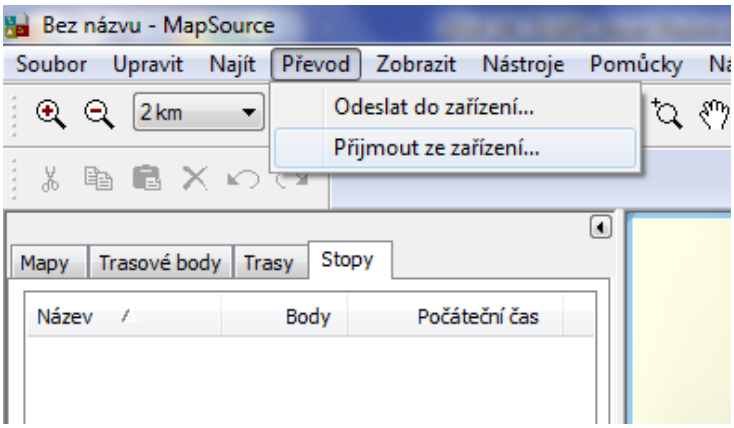
nebo u trasového počítače.

Plocha pozemku se měří pomocí funkce „Výpočet plochy“

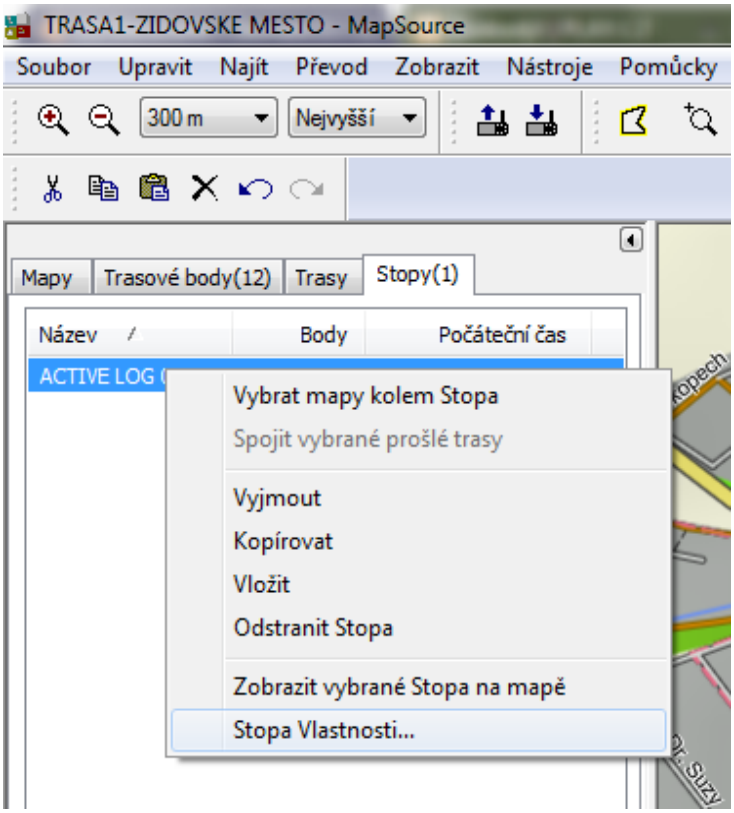
Export do Google Maps:

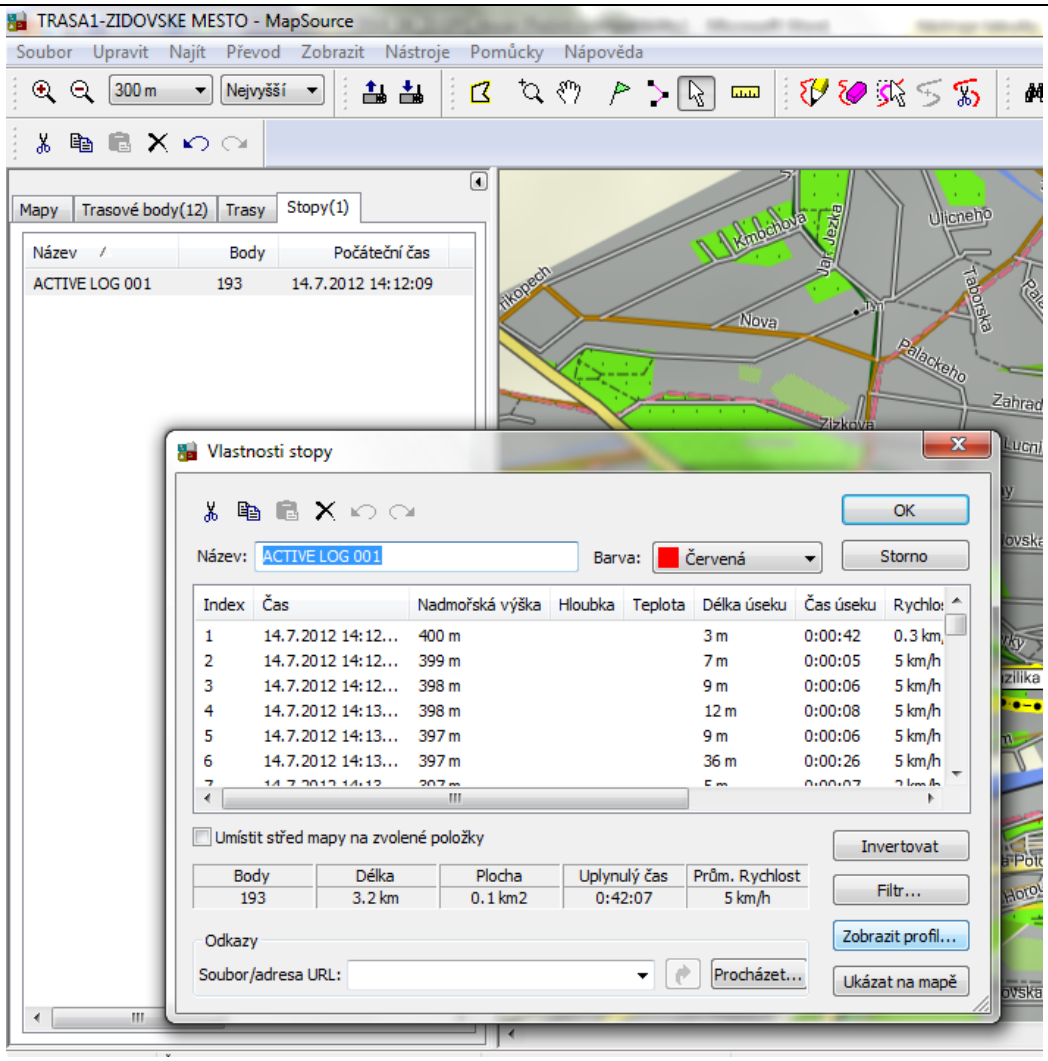
Připojte GPS k PC. Záznam trasy je v GPS uložen ve formátu ***.gpx**. Pokud načítáte trasu do programu Map Source, postupujte následovně:

Převod – Přijmout ze zařízení.

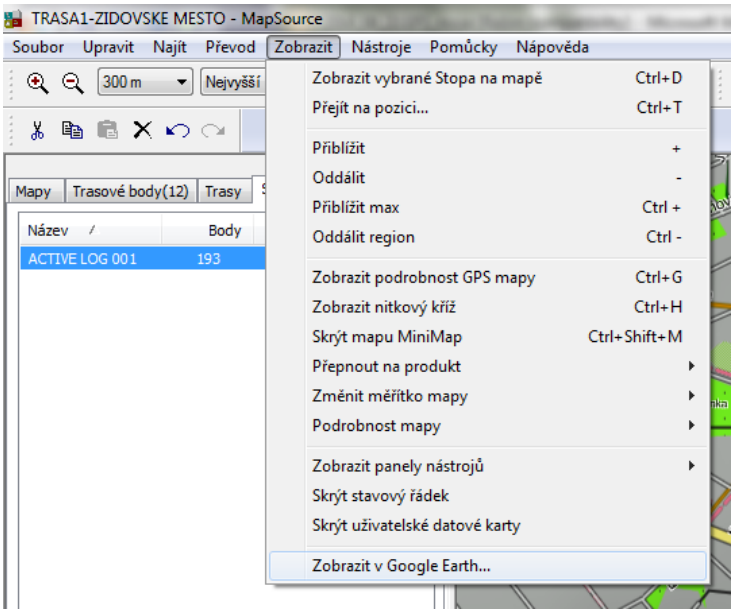


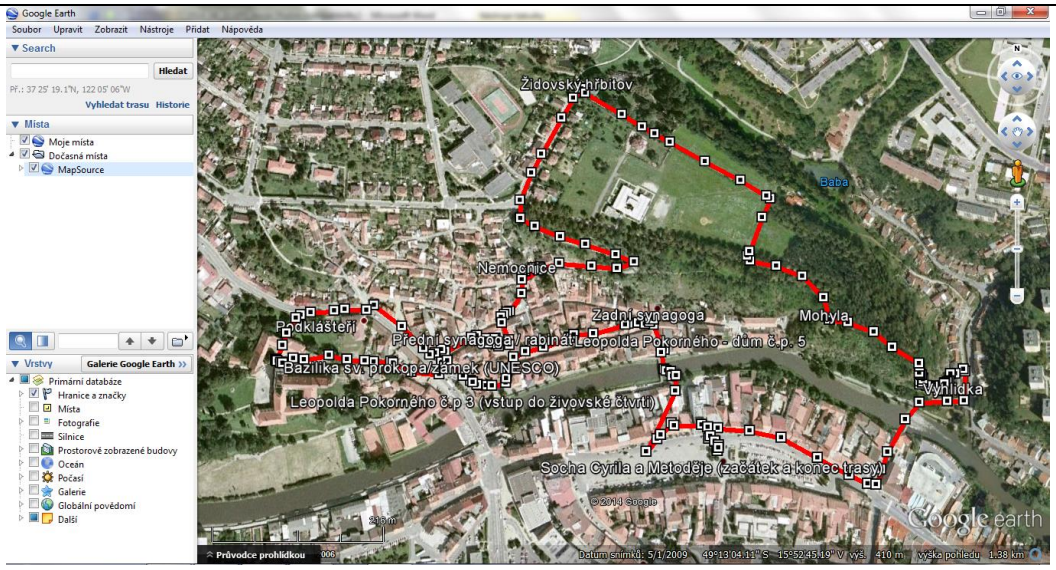
Profil trasy v programu Map Source zobrazíte tak, že klikněte pravým tlačítkem na stopu a dále klikněte na „**Stopa vlastnosti**“ a dále na „**Zobrazit profil**“.



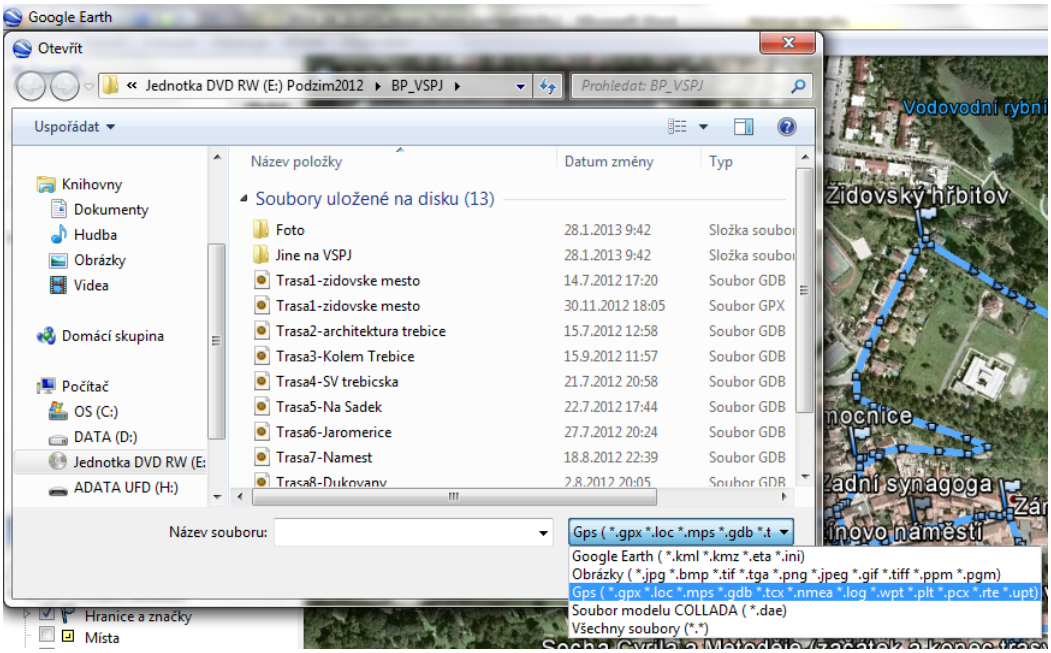


Pokud chcete zobrazit mapu v Google Earth klikněte na **Zobrazit – Zobrazit v Google Earth**.





Jednodušší postup, jak mapu otevřít v Google Earth, je kliknout přímo v Google Earth na **Soubor – Otevřít** a vyhledat si potřebný soubor v adresáři. Pozor, pravděpodobně budete muset zvolit správnou koncovku souboru – viz obrázek.



Závěr:	Úkoly měly vést k seznámení se základními funkcemi GPS a také k využití získaných údajů. GPS však má i mnohé další funkce, pokuste se je s žáky využít i v jiných hodinách, než v zeměpise.
Metodické poznámky pro učitele:	*Každá GPS je jiná, má rozdílné menu. Proto je vždy před prací s GPS nutné seznámit se s jejími funkcemi.*

Hry s GPS

GEOCACHING

Obr. 15: Logo Geocachingu.
Zdroj: www.zkusmo.cz

Geocaching je celosvětová hra, ve které se hledají v terénu rozmístěné skrýše (keška = poklad, z angl. cache – skrýš). Na počátku se Dave Ulmer z Oregonu dne 3. 5. 2000 rozhodl na oslavu zrušení úmyslného znepřesňování GPS signálu v přírodě vytvořit skrýš, do které umístil zápisník a několik drobností. Pomocí GPS zaměřil souřadnice této skrýše a zveřejnil je na internetu. Každý, kdo měl zájem najít takovou skrýš, mohl zadat souřadnice do GPS a k místu dojít. Nálezce měl právo zapsat se do přiloženého zápisníku a navíc si vzít libovolnou drobnost, která se ve skrýši nachází. Na oplátku ale měl také něco do skrýše vložit (Steiner, Černý 2006). Od té doby dodnes se stal geocaching celosvětovým fenoménem, kterému podlehly tisíce lidí po celém světě.

Geocaching lze v českém jazyce vyjádřit jako „hledání pokladu“. Tento termín se často vyskytuje i u českých verzí turistických GPS. Se stále větší dostupností GPS ve formě ať už turistických navigačních přístrojů, tak i formou aplikací v mobilních telefonech nebo tabletech, se geocaching stále rozrůstá. Pokud se podíváme do mapy s „keškami“, lze s menší nadsázkou říci, že např. v České republice již takřka není nějaké zajímavé místo, které by bylo bez ukrytého pokladu (Šmerda 2012, s. 20–21).

Geocaching funguje díky přesnosti dnešních GPS systémů a možnosti výměny informací o nově založených skrýších mezi účastníky hry, a to nejčastěji na webové stránce www.geocaching.com. Pro zjištění souřadnic keše je však potřeba si na této stránce zřídit svůj účet. Jakmile zde získáte délkové a šířkové souřadnicemi skrýše souřadnice, můžete vyrazit na lov. Odměna za nalezení se většinou ukrývá uvnitř plastové krabičky. Nápaditost zakladatelů keší však nezná meze a kešku můžete objevit např. i v budce pro ptáky, ve formě magnetu, šroubku či pokoje pro panenky atd.

Princip Geocachingu spočívá v síle komunity vlastníků GPS přístrojů, kteří v jakýchkoliv místech světa ukrývají a „loví“ poklady, a na internetu příhody z těchto výprav a výletů sdílí. Geocachery spojuje nadšení pro tuto hru a taktéž kladný vztah k přírodě, kultuře, turistice a sportu vůbec – protože jedním z významů této hry je poznávání nových míst ať už v civilizaci, tak v nedotčených koutech přírody, obohacování o nové znalosti z mnoha oblastí a v neposlední řadě také tříbení smyslu pro humor. Díky hře geocaching získávají procházky a výlety nový smysl, nejde jen o nadýchání se čerstvého vzduchu a uražení několika kilometrů, ale také o radost z námahy vynaložené na hledání „kešky“ a zároveň o nadšení z objevu zajímavých míst, kde jsme ještě nebyli a kam by nás původně ani nenapadlo jít (Šmerda 2012, s. 20).

Pozitiva hry jsou tedy mnohé: hra není prakticky vůbec omezená, mohou se jí zúčastnit lidé jakéhokoliv věku kdekoli na světě, které spojuje právě kladný vztah nejen k GPS technologii, ale hlavně ke kultuře, turistice, sportu, k přírodě a životnímu prostředí.

WHERIGO

Obr. 16: Logo wherigo
Zdroj: www.geocaching.com

Jedním z druhů pokladů, neboli kešek, které může hráč geocachingu najít jsou také Wherigo keše. Název je zkratkou anglické otázky Where I Go?, tedy „Kam jdu?“ a v podstatě vystihuje princip celé hry. Na začátku totiž hráči vůbec neví, kam je hra zavede. Hráči znají pouze výchozí souřadnice, kde hra začíná. Kam se dostanou a co prožijí, často záleží na vtipu a důmyslnosti autora. Aby mohl hráč hrát, respektive hledat wherigo keš je nutné mít s sebou GPS přístroj, který podporuje stejnojmennou aplikaci, nebo chytrý telefon s nainstalovanou aplikací Where You Go (pozn. zdarma ke stažení v Google Play). Pak už jen stačí mít platný účet na webu geocaching.com, který umožní zájemcům přihlásit se na stránky wherigo.com. Na těchto stránkách najde zájemce tzv. cartridge – tedy soubor, který obsahuje celou hru. Po jeho stažení se stačí vydat na místo úvodních souřadnic a prožít příběh – ten je totiž podstatou wherigo keší.

Na první pohled vypadá wherigo jako mnohem těžší a těžkopádnější geocaching. Stačí si však zahrát jednu hru a krabičky umístěné v lese přímo na souřadnicích se najednou budou jevit jako nudné a nezáživné. To, že k pokladu dojdete přes příběh, který vás například provede Stínadly, budete muset prchat před Vonty a hledat tajemství Jana Tleskače je jen jedním příkladem z mnoha tipů Wherigo her, které jsou v dnešní době dostupné. První Wherigo hra v České republice byla založena v roce 2008. Odehrává se v Brně, v parku pod Špilberkem a provádí hráče po významných místech a bodech v parku. Patří spíše k těm jednodušším, a proto je vhodná zejména pro začátečníky. Svou povahou ale také splní funkci průvodce po Špilberku.

Výhodou wherigo hry je také to, že jednoduché wherigo si může vytvořit každý, kdo má dobrý nápad a alespoň základní znalosti programování. Pak už je jen potřeba stáhnout si program Urwigo (odkaz ke stažení: www.urwigo.cz) a mít trpělivost a výdrž.

Přestože před pár lety to vypadalo, že wherigo keše jsou na ústupu a mluvilo se dokonce o jejich úplném zrušení, tak díky rozmachu chytrých telefonů se Wherigo dostává opět tzv. „do módy“. Svědčí o tom i fakt, že ještě v loňském roce bylo na území České republiky oficiálně publikováno 206 wherigo cartridgí, dnes je jich téměř 260.

POKLADOVÉ HRY PRO CHYTRÉ TELEFONY

Chytré telefony a tablety zažívají v současné době svůj boom a proto by byla škoda nevyužít jejich hravého potenciálu. Díky operačnímu systému Android tak dostávají tradiční pokladové hry nový rozměr. Příkladem jsou tzv. geolokační hry, které pro svoji tvorbu vyžadují poměrně složité programování a často jsou tak výsledkem různých projektů. První geolokační hrou, která u nás byla vytvořena je Veltrusy: Ostrov pokladů, která provede hráče parkem u zámku Veltrusy. Princip této hry je hodně podobný wherigo hrám – hráč musí dojít na start, kde hru spustí a začne se před ním odvíjet příběh, který prožívá a ve kterém plní různé úkoly. Na některých místech čekají hráče QR kódy, které ho pouští dál, jinde stačí jen zadat správnou odpověď, nebo na místo prostě dojít. Hráči se celou dobu pohybují ve virtuálním světě, takže i závěrečný poklad je čistě virtuální – tedy na závěr poklad jako takový nenajdete, ale budete ho mít už na vždy uložený ve vašem mobilním telefonu nebo na tabletu.

Dalším příkladem kolokačních her je aplikace Geofun, což je zábavný průvodce po památkách různých měst. Geofun je určen výhradně pro mobilní telefony s operačním systémem Android nebo iOS. Tato hra funguje výhradně na virtuálním principu, takže žádné štítky nebo QR kódy na místě nehledejte.

Stačí si instalovat aplikaci do chytrého telefonu a pak už jen stahovat a otevírat tzv. geosrandy, které jak už jejich název napovídá, mají za úkol nejen provést po místech, ale hlavně pobavit. Na rozdíl od geocachingu si zde však musí hráči připravit i svoji peněženku, protože pro splnění geosrandy je často potřeba zajít do muzea či na zámek a tudíž zaplatit vstupné. Důležité je ale také zmínit, že i zde jsou jednotlivé geosrandy motivovány příběhem a průvodcem není jen tak někdo, ale známá a především místní osoba. Například obec Bystré si tak můžete prohlédnout díky postavám z filmu Všichni dobří rodáci, či Více informací o této rok staré novince lze najít na webových stránkách www.geofun.cz.

GPS DRAWING

Přístroje GPS umožňují zaznamenávat prošlou trasu. Pomocí záznamu trasy je možné v terénu kreslit různé obrázky – v zeměpise např. mapu světa, v biologii třeba zvířata, rostliny apod. Tato aktivita se nazývá **GPS drawing** nebo také **GPS grafitti**.

Princip této aktivity je velmi jednoduchý a lze jej provozovat prakticky při každé venkovní pohybové činnosti. Ať už jedete na kole, běžíte nebo jen jdete a máte u sebe GPS, mobilní telefon, tablet nebo hodinky s GPS, může se stát ze záznamu trasy na mapě umělecké dílo. U turistické GPS je však nezbytné zapnout **trasování**. U mobilního telefonu či tabletu je třeba nainstalovat některou z aplikací, které zaznamenávají polohu do mapy (např. HandMap Map Draw & Track GPS nebo GPS Draw nebo jiné, které jsou volně ke stažení ve verzi pro operační systémy iOS i Android a je možné s nimi kreslit několika možnými barvami). Pokud byste rádi zaznamenali vaši cestu trojrozměrně, je potřeba nainstalovat jinou aplikaci, jako např. Maps 3D. Jestli naopak oceníte údaje o průměrné rychlosti a převýšení, stáhněte si Endomondo.[7]

Obr. 17: GPS drawing. Zdroj: GPS drawing vytvořené Christopherem Wallacem z USA. URL <http://www.wallygpx.com/> [cit. 9. 4. 2014]

GPS grafitti se dělí na ty, které jsou nakresleny na souši, na vodě nebo ve vzduchu. Na souši lze kreslit jak v přírodě, tak ve městě, kde je však kresba obtížnější. Podle způsobu kresby se dělí na takové, které jsou vytvořeny jedním tahem (ty jsou těžší) nebo přerušovaným záznamem, což je však možné pouze u přijímačů, které umí vypnout záznam trasování (podle Steiner, Černý 2006).

U této aktivity je samozřejmě velmi důležitá příprava trasy, avšak výsledky jsou pak často velmi zajímavé. Je možné soutěžit o nejlepší grafitti mezi hráči nebo prezentovat svoje výtvory na internetu.

[7] *Zpracováno s využitím: Poznejte nový sport i umění: kreslení pomocí GPS. URL <http://mobil.idnes.cz/novy-sport-i-umeni-kresleni-pomoci-gps-dyz-/navigace.aspx?c=A120604_152949_navigace_kor> cit. [9. 4. 2014]*

LITERATURA

STEINER, Ivo; ČERNÝ, Jiří. *GPS od A do Z*. 4. aktualizované vydání. Praha: ENav, s. r. o., 2006. 264 s. ISBN 80-239-7516-1.

Poznejte nový sport i umění: kreslení pomocí GPS. Mobil.iDNES. URL <http://mobil.idnes.cz/novy-sport-i-umeni-kresleni-pomoci-gps-dyz-/navigace.aspx?c=A120604_152949_navigace_kor> cit. [9. 4. 2014]

Wally GPS. URL <http://www.wallygpx.com/> cit. [9. 4. 2014]

ŠMERDA, David. GPS jako nová technologie ve výuce zeměpisu na základní škole (Bakalářská práce). Brno: Pedagogická fakulta, katedra geografie, 2012. 69 s.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

Používáte GPS v mobilním telefonu? Jaké jsou výhody a nevýhody GPS v mobilu oproti klasické turistické navigaci?

Jakou část vaší obce byste si vybrali pro GPS drawing a jaký tvar byste rádi pomocí GPS nakreslili?

Metodický list v textu:

Měření vzácnosti, plochy, azimutu a nadmořské výšky s GPS

Metodický list na CD:

Zeměpisné souřadnice v praxi

Netradiční pohled na Ústřední hřbitov

GPS a chemie

Chemie je stále se rozvíjejícím oborem, jež zasahuje do mnoha oblastí lidského života i jeho bezprostředního zabezpečení. Jednou z podmínek života je příjem potravin. Ty jsou produkovány díky zemědělské výrobě.

GPS V ZEMĚDĚLSTVÍ

Zemědělství se v dnešní době bez chemie takřka neobejde. Pomineme-li ochranu plodin proti škůdcům pomocí bezpečných chemických postřiků, je tady především hnojení půdy a tím i výživa rostlin za pomoci tzv. anorganických chemických hnojiv.

Novinkou v tomto odvětví je využívání GPS. Jaké jsou možnosti GPS v zemědělské produkci rostlinné či živočišné výroby?

GPS technologie se využívá pro přesné navádění pracovníků při hnojení, setí, postřiku či samotné úpravě půdy. Nejenže celý systém usnadňuje obsluhu příslušného stroje a samotný řidič se soustředí pouze na řízení motorového vozidla (většinou traktoru) a kontrolu nářadí pro práci příslušného stroje, nýbrž je zde prokázána i velká úspora nafty potřebné pro pohon traktoru. Vedle té má významný ekonomický efekt úspora hnojiva, osiva nebo postřiku. Díky přesné navigaci pomocí GPS nedochází k přehnojení půdy, nadměrnému osetí plochy či nadměrnému postřiku a tím i negativnímu dopadu těchto chemických látek na životní prostředí. (zpracováno dle http://www.gps-agro.cz/presne-navadeni/)

ENVIRONMENTÁLNÍ PROJEKTY VE ŠKOLE

Právě zjednodušená verze výše uvedeného využití navigačních systémů se dá využít i pro práci žáků na ZŠ a SŠ v rámci environmentálních projektů. Níže uvedené náměty obsahují vybrané chemické experimenty s půdními vzorky či se vzorky vody, v nichž by využití GPS mohlo být velkým přínosem a pro žáky i bezesporu zábavným a aktivizujícím pojetím výuky nejen v rámci chemie, ale i kompletně všech přírodovědných předmětů. Více experimentů k tématu Vody a Půdy nejdete také v publikaci „Mapujeme v přírodě“, a to jak v tištěné verzi, tak na přiloženém CD.

Literatura

CENIA, česká informační agentura životního prostředí. EHRLICH, Pavel. *Vítejte na Zemi...: Multimediální ročenka životního prostředí* [online]. 2013 [cit. 2014-07-07]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=index&site=default

FONS S.R.O. *GPS Agro: Topcon Precision Agriculture* [online]. 2014 [cit. 2014-07-07]. Dostupné z: http://www.gps-agro.cz/

LICHVÁROVÁ, Mária a Ivan RŮŽIČKA. *Pôda*. 1. vyd. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Banská Bystrica, 2005. ISBN 80-8083-048-7.

LICHVÁROVÁ, Mária. *Voda v prírode a vo výchovno-vzdelávacom procese*. 1. vyd. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Banská Bystrica, 2004. ISBN 80-8055-986-4.

Materiály Mgr. Ireny Pluckové, Ph.D.

Otázky a úkoly k zamyšlení:

xxx

Metodický list na CD:

Vznik půdy

Formy humusu v půdě

Ochrana půdy proti erozi

Orientační zjišťování pH vody

Reakce půdy – pH

Orientační rozlišení tvrdosti vody

Důkaz vybraných iontů ve vodě pomocí SERA aquatestů

Aplikace GPS v biologii

GPS a biologie

Biologie zastřešuje celou řadu vědních oborů a jejich disciplín studujících živé organismy, které jsou mimo jiné vázány svým výskytem na konkrétní území či areál, který jim poskytuje nejvhodnější podmínky pro život. GPS dává biologům velmi cenný pracovní nástroj lokalizující přesnou zeměpisnou polohu organismů a ti tak mohou studovat jejich migrace ve vztahu na měnící se podmínky či antropogenní tlak. V obecné rovině lze zmínit následující přínos GPS pro biologické obory:

a) inventarizace organismů,

b) vymezování areálu výskytu,

c) identifikace migračních koridorů,

d) sledování pohybu organismů ve vztahu na podmínky životního prostředí (telemetrie).

Sledování pohybu organismů ve vztahu na podmínky životního prostředí s pomocí telemetrie

Telemetrie je technologie umožňující měření na dálku a dálkový přenos dat, přičemž slovo pochází z řeckého *tele* – vzdálený a *metron* – měřidlo. Telemetrie je většinou vztažena k bezdrátovému přenosu dat s pomocí rádiového nebo infračerveného signálu. Telemetrický signál lze také přenášet i s pomocí jiných systémů, např. telefonní či počítačová síť, optické spoje a další drátové komunikační technologie. Telemetricky tak jde přenášet také informace o poloze.

GPS telemetrie podobně jako GPS navigace využívá satelity na oběžné dráze, s jejichž pomocí se automaticky lokalizuje v předem stanovených intervalech poloha zvířete. Je mnohem přesnější a poskytuje daleko více informací než dříve využívaná radiotelemetrie neboli VHF telemetrie. Polohová chyba se v případě většího počtu satelitů generujících polohu pohybuje v desítkách metrů. Sledovaným zvířatům se většinou umísťují obojky vybavené GSM vysílačem, za pomoci kterého jsou pozice formou SMS zpráv automaticky zasílány do přijímače, třeba integrovaného do počítače v kanceláři.

Obr. 18: GPS obojek od firmy VECTRONIC Aerospace. Zdroj: http://www.beskydy.ivb.cz/telemetrie/3-gps-telemetrie-a

Neustále tak jsou k dispozici aktuální data o pohybu zvířete. Velký přínos má tato technologie na příklad při studiu etologie zvířat, nebo při monitoringu ohrožených druhů. Výhodou je nejen to, že víme, že je označené zvíře v pořádku, ale je tak možné např. dohledat jeho kořist. Na příklad telemetrické sledování pohybu rysa v CHKO Beskydy ukázalo, že se rys ke své kořisti v závislosti od její velikosti opakovaně vrací, a to i několik nocí po sobě.

Obr. 19: Tuleň s telemetrickým obojkem. Zdroj: www.photo-natur.de

Obojky jsou vybaveny také senzorem aktivity, teplotním senzorem a tzv. drop-off mechanismem umožňující dálkové odepnutí obojku z krku zvířete. Obojky váží kolem 350 g a zvíře nijak neomezují v pohybu ani v lovu (obr. 19). V případě, že použití obojku není vhodné (např. u ptáků), volí se jiný způsob uchycení vysílače. Hmotnost celého obojku významně ovlivňuje hmotnost použité baterie. Čím je baterie menší a lehčí, tím je i její kapacita a životnost kratší. Právě baterie je klíčovou slabinou telemetrického sledování. Její výdrž se pohybuje kolem jednoho roku.

Literatura

RUDA, Aleš; KOLEJKA, Jaromír. *Interpretace a vizualizace prostorových dat*. Brno: Mendelova univerzita, 2013. 138 s. ISBN 978-80-7375-855-4.

Monitoring velkých šelem v EVL Beskydy URL < http://www.beskydy.ivb.cz/telemetrie/3-gps-telemetrie-a> cit. [9. 5. 2014]

Biology Monitoring Guidance. URL <http://www.oregon.gov/ODOT/HWY/GEOENVIRONMENTAL/pages/biology_mon.aspx> cit. [9. 5. 2014]

Otázky a úkoly k zamyšlení:

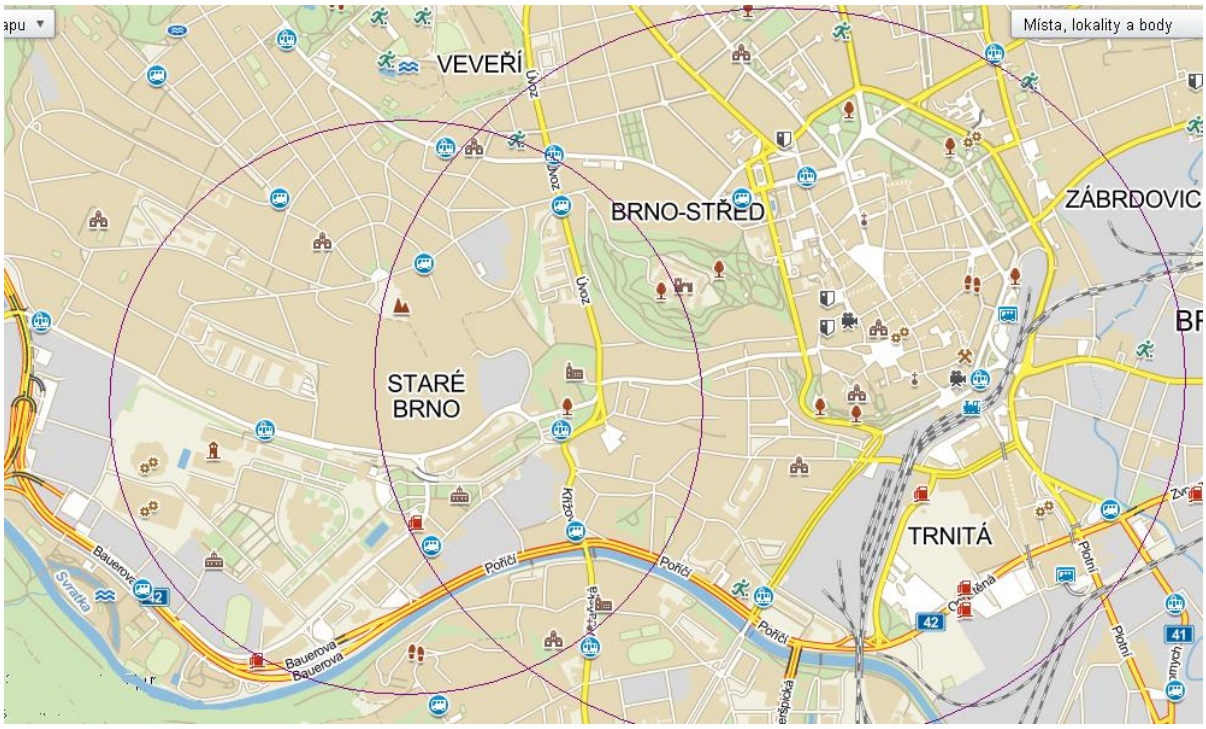
xxx

GPS pohledem fyzika

MĚŘENÍ POLOHY POMOCÍ GLOBÁLNÍHO POLOHOVÉHO SYSTÉMU (GPS)

GPS se skládá ze 24 družic, kroužících okolo Země ve výšce asi 18 tisíc kilometrů. Tyto družice vysílají signály, které jsou zachyceny GPS detektorem, ten je pak využívá ke zjištění své polohy. Poloha na Zemi je po zpracování dat uvedena pomocí zeměpisné délky, šířky a výšky nad povrchem Země. Přijímač GPS vypočítává svou polohu pomocí měření z družicových rádiových signálů na geometrickém principu, který si krátce popíšeme.

Představte si, že se nacházíte na nějakém vám neznámém místě. Potkáte člověka a zeptáte se ho, kde se nacházíte. On vám odpoví, že někde ve vzdálenosti 1 km od Špilberku. Tato informace není příliš dostačující, protože geometricky to znamená, že jste někde na kružnici, jejíž střed je na hradě Špilberk a poloměr této kružnice je 1000 m. Zeptáte-li se znovu na totéž dalšího člověka a ten vám odpoví obdobně, že jste ve vzdálenosti 600 m od brány BVV, můžete již na základě těchto informací nakreslit dvě kružnice, které se protnou ve dvou bodech (obr. 20).



Obr. 20: Výpočet polohy na geometrickém principu. Zdroj: www.mapy.cz, vlastní zpracování

Nyní už víme, že přicházejí v úvahu dvě místa, kde bychom se mohli nacházet. Abychom zjistili, které z těch dvou míst to je, potřebujeme ještě třetí informaci. Když se objevil další člověk, odpověděl na otázku o naší poloze, že se nacházíme 200 m od mostu přes Svratku na Vídeňské. Sestrojíme tedy ještě třetí kružnici, a ta nám již poskytne přesnou informaci o naší poloze.

Na stejném principu pracuje GPS. V tomto případě, protože jsme v prostoru, však místo tří kružnic budeme potřebovat čtyři kulové plochy, jejichž středy se budou nacházet na čtyřech nezávislých dru-

žicích. Pak bude ještě třeba zjistit poloměry těchto kulových ploch. Tedy přijímač GPS musí zjistit pomocí signálů a družic systému GPS svou přesnou vzdálenost od každé ze čtyř družic.

Jestliže přijímač GPS obdrží signály od čtyř družic, je schopen určit svou polohu v prostoru. Na základě údajů o Zemi pak přijímač vypíše na displeji zeměpisnou délku, šířku a výšku nad povrchem Země. Tím, že si přijímač GPS naměřené údaje uchovává, může vypočítat také aktuální (okamžitou) rychlost, průměrnou rychlost a uraženou vzdálenost.

K tomu, aby přijímač GPS určil polohu objektu, potřebuje dva údaje: polohu nejméně čtyř družic systému GPS a vzdálenost mezi objektem a každou z těchto družic. Zjištění polohy družic se opírá o skutečnost, že se pohybují asi 18 tisíc kilometrů nad povrchem Země (dále také uvažujeme, že atmosféra v této výšce nemá vliv). Pak je možno vzdálenost poměrně snadno odhadnout, protože přijímač má v paměti informace o pohybu všech družic v kterémkoli časovém okamžiku. Určitý problém zde ale přece jen nastává: gravitační působení Slunce a Měsíce v malé míře trajektorie pohybu družic ovlivňuje. Z tohoto důvodu Ministerstvo obrany USA sleduje přesun poloh družic a vysílá případné opravy do všech přijímačů GPS (jako součást signálu vysílaného družicí).

Při měření vzdálenosti se systém opírá o vztah ***s = v . t***, kde ***v* je rychlost šíření rádiových vln**, ***t* je doba šíření vln z družice do přijímače**. Zde ale nastává další problém, že rádiové vlny se sice ve vakuu šíří rychlostí světla *c*, ale atmosféra tento pohyb zpomaluje. Přijímač GPS odhaduje skutečnou rychlost signálu pomocí složitých matematických modelů zahrnujících v sobě i celou řadu atmosférických podmínek. Jako součást svého rádiového signálu vysílají družice i informace o počasí. Kromě měření rychlosti je však třeba také změřit čas. K tomu je třeba, aby vysílač a přijímač měly synchronizované a přesné hodiny. Každá družice také k času přidává svůj kód, podle kterého přijímač rozpoznává signály jednotlivých družic.

POZNÁMKA

Ve skutečnosti je to se synchronizací tak, že družice mají nejpřesnější atomové hodiny, zatímco přijímač GPS méně finančně nákladné hodiny křemíkové (z důvodů přijatelné ceny GPS přijímače). Přesnosti atomových hodin pak přijímač dosahuje tak, že měří chybu svého systému a podle ní upravuje výpočty. Na závěr je tedy možno říci, že přijímač GPS při své práci provádí značné množství výpočtů (výpočet přesné polohy každé družice, doba než signál dorazí z družice do přijímače, zjišťování chyby svých vnitřních hodin). Většina přijímačů pak kombinuje tyto údaje ještě např. s mapami, což značně usnadňuje

jejich používání. GPS přijímačů dnes existuje celá řada majících různou úroveň provedení a tomu odpovídajích cenových relacích. S ohledem na tuto skutečnost existují u některých přijímačů určitá rychlostní a teplotní omezení, která je třeba dodržovat, aby přijímač GPS správně fungoval ve vymezených podmínkách

(Volný překlad z http://www.howstuffworks.com)

Otázky a úkoly k zamyšlení:

xxx

Metodický list na CD:

Grafické vyjádření pohybu, určení průměrné rychlosti pohybu

Kde stojím?

Environmentální projekt

<table>
<tr>
<td>Číslo metodického listu:

ML-ENV-1</td>
<td rowspan="3">Téma:
ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉMY A GPS

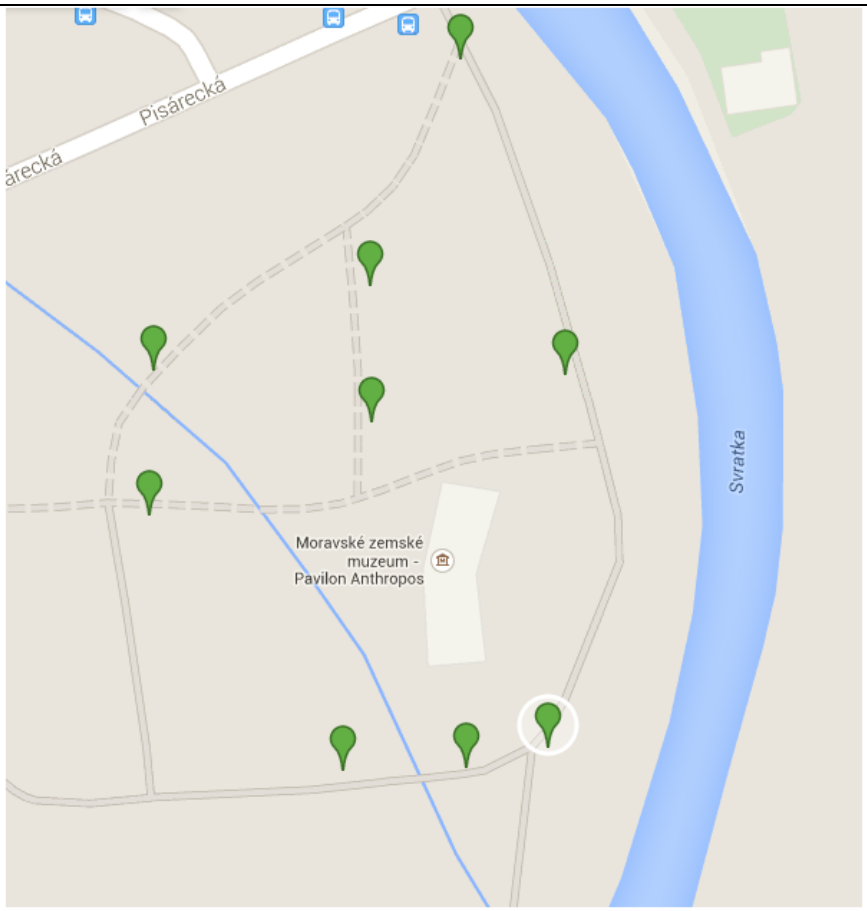
Název aktivity:
ML-ENV-1: S GPS v parku Anthropos – přírodovědný průzkum</td>
<td>Cílová skupina:
Žáci 2. stupně ZŠ, žáci SŠ</td>
</tr>
<tr>
<td>Časová náročnost:
210–250 minut</td>
<td>Použité metody a formy:
Projektová výuka
Skupinová práce
Samostatná práce</td>
</tr>
<tr>
<td>Prostředí výuky:
Vybrané místo v terénu; modelové území park Anthropos</td>
<td rowspan="2">Návaznost na RVP:
Chemie: Pozorování, pokus a bezpečnost práce; Směsi, Anorganické sloučeniny.
Přírodopis: Biologie rostlin; Biologie živočichů; Praktické poznávání přírody.
Zeměpis: Geografické informace, zdroje dat, kartografie a topografie; Terénní výuka, praxe a aplikace.
Průřezové téma Environmentální výchova: Ekosystémy</td>
</tr>
</table>

Po skončení aktivity bude žák schopen:

- vyhledat místa v terénu podle zadaných GPS souřadnic,
- s pomocí klíče určit rodová jména vybraných stromů a keřů v zadané lokalitě,
- zjistit zeměpisné souřadnice a nadmořskou výšku vybraných bodů v terénu s pomocí GPS přístrojů,
- zmapovat zadané území s využitím přístrojů GPS,
- určit stáří stromu,
- vytvořit mapu se všemi náležitostmi,
- praktickým pokusem ověří formy humusu v konkrétním vzorku půdy,
- praktickým pokusem zjistí pH vody a půdy,
- zjištěné informace upořádat a prezentovat formou plakátu.

Pomůcky:	• Přístroje GPS pro žáky, dle počtu skupin (případně s předem nahranými souřadnicemi – dle věku a zkušenosti žáků pracovat s GPS přístroji); • Pevnou podložku, papír, tužku, vytištěný pracovní list; • Vytištěná mapa daného území; • Klíč k určování stromů a keřů – doporučujeme připravit vlastní klíč pro dané území, ve kterém budou jen určité stromy, které mají žáci poznat;

	• Klíč k určování rostlin na louce; • Papír formátu A3, pravítko, pastelky, metr (pásmo); • Pomůcky pro jednotlivé pokusy podle metodických listů ML-CH-4, 5, 7.
Motivační text:	*GPS (čti česky Gé Pé eS) – víte, co se skrývá za touto, dnes již běžně rozšířenou zkratkou? Možná ji znáte více z angličtiny jako džípies. V českém prostředí bychom však měli rozhodně používat české čtení, neboť pochází z úst slavného českého génia a mistra, vynálezce a cestovatele Járy Cimrmana. Ten totiž při svých cestách velice často řešil otázku „Gde proboha su?“. Je pravdou, že odpověď na ni nehledal v chytrých přístrojích, ale nejčastěji v hospodě, kde také velice často dostal přesnou odpověď: V hospodě. I v dnešní době bychom pravděpodobně na stejném místě získali stejnou odpověď, ale v knihách a učebnicích se dočteme, že zkratka GPS znamená globální poziční systémy, která nám skrze přístroj dává odpověď na stejnou otázku – místo slov k tomu ale využívá satelity a zeměpisné souřadnice a naši přesnou pozici nám ukáže na mapě.* *V dnešním projektovém dni si práci s GPS přístroji vyzkoušíme v praxi. I když nebudeme hledat odpověď na otázku, kde jsme, budeme s pomocí těchto přístrojů hledat různá důležitá místa v terénu. Celý projektový den se bude odehrávat v prostředí parku Anthropos, kde najdeme pavilon s významnou historickou expozicí a především řadu významných rostlin, stromů a keřů. Tato výsadba byla umožněna především díky řece Svratce, které protéká po celé délce parku.* *V první fázi nás čeká rychlá cesta parkem Anthropos, při které si procvičíte práci s GPS, a také si vás trochu vyzkoušíme, jak dobře se vyznáte v dřevinách, které se běžně vyskytují v našich parcích. Vaším úkolem bude vyluštit tajenku. Až ji vyluštíte, zjistíte, co se bude dít dál.*
Zadání úkolů:	Úkol č. 1 – Osvěžte si základy práce s GPS a poznejte nejvýznamnější dřeviny parku Anthropos Ve vašich GPS přístrojích najdete uložených několik bodů. Ty směřují k různým významným dřevinám (stromům a keřům) v parku Anthropos. Vaším úkolem bude tyto dřeviny poznat a zapsat si jejich rodová jména. Než se vydáte na cestu, přečtěte si níže uvedené instrukce: • S sebou si vezměte kromě přístroje GPS také podložku, pracovní list, tužku a především klíč k určování stromů a keřů. • K cestě můžete využít mapy, ve které najdete zaznačenou cestu, která vás povede nejkratší cestou od prvního k poslednímu bodu. • Vždy si přečtěte nápovědu, ať víte, co máte poznávat. • K poznání dřevin využijte klíče, který si nesete s sebou. • Spolupracujte ve skupině, úkol není na čas, ale na správnost. • Správnou odpověď zapište a s vyluštěnou tajenkou se vraťte ke svému učiteli. Dozvíte se, co vás bude čekat dále.



Mapa jednotlivých bodů v terénu.

Stanoviště 1: N49° 11.595 E016° 34.022

Stanoviště 2: N49° 11.565 E016° 34.003

Stanoviště 3: N49° 11.546 E016° 34.003

Stanoviště 4: N49° 11.551 E016° 33.954

Stanoviště 5: N49° 11.533 E016° 33.956

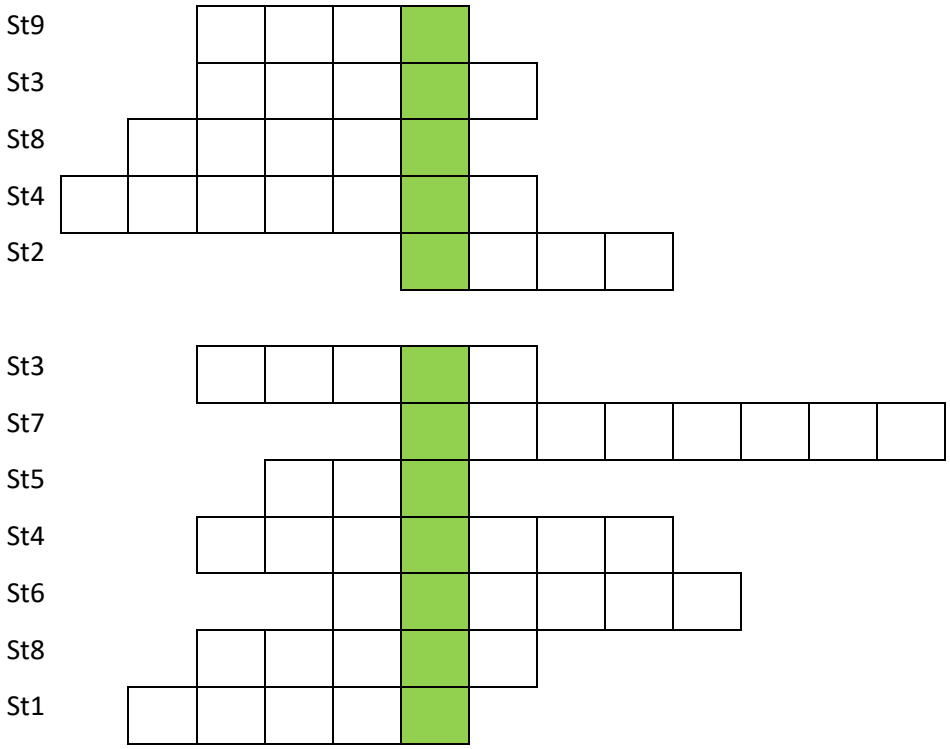
Stanoviště 6: N49° 11.494 E016° 34.005

Stanoviště 7: N49° 11.497 E016° 34.030

Stanoviště 8: N49° 11.504 E016° 34.048

Stanoviště 9: N49° 11.552 E016° 34.047

Tajenka:



Jestliže máte vyluštěno správně, vyjdete se na vaše startovní místo a sdělte vyučujícímu tajenku. Pak se dozvíte, co bude následovat.

Úkol 2: Vydejte se nyní poznávat park Anthropos z několika úhlů. Zaměříte se především na život v řece Svratce, podíváte se na místní půdu a kvalitu vody. Také si vytvoříte mapu celého areálu a bude vás zajímat i stáří stromů. To vše během následujících tří hodin, které na splnění všech úkolů máte. Vaším hlavním průvodcem nebudou učitelé, ale přístroje GPS, které vám ukážou cestu a řeknou, kde vás čeká další úkol.

V průběhu další práce dodržujte následující pravidla:

- ✓ V parku Anthropos se budete pohybovat pouze po cestičkách, nebudete vybočovat na trávník nebo mimo cesty – pokud vás k tomu nevyzve učitel.
- ✓ Respektujte pohyb a pobyt dalších (cizích) lidí v parku a nerušte jejich klid.
- ✓ Odpadky patří do koše, na to nezapomínejte.
- ✓ Jestliže je stanoviště, kam se právě chystáte obsazené, vyčkejte, až předchozí skupina skončí.
- ✓ Pořizujte fotodokumentaci.
- ✓ V průběhu práce na projektu je zakázáno odcházet do pavilonu Anthropos pro občerstvení.

Úkol 3: Plakát parku Anthropos

	Na závěr projektového dne vás bude čekat vytvoření posteru formátu A1, věnovaného parku Anthropos. Název vašeho plakátu je **Výjimečnost parku Anthropos**. V plakátu zaznačte vše, čím jste dnes prošli, doplňte jej o vámi zjištěné výsledky, vytvořenou mapu a případně i fotografie. Nezapomeňte, že plakát budete vystavovat, tak si na jeho zpracování dejte záležet.
Autorské řešení:	*Tento projekt nemá autorské řešení.*
Postup práce:	Motivace (10 minut) Přečtěte žákům úryvek o původu zkratky GPS a významu Járy Cimrmana pro dnešní svět navigací. Také žákům vysvětlete, kde se bude odehrávat váš projektový den a čím je toto místo významné. Rozdělení do skupin (5 minut) Rozdělte žáky do skupin. Pro rozdělení můžete využít některý z vašich osvědčených postupů, nebo žáky rozdělte podle jednotlivých stromů, které se nachází ve vámi zvolené lokalitě (v našem případě v modelovém území parku Anthropos). Stačí vytisknout obrázky různých listů stromů, či na papír napsat názvy různých druhů stromů. Žáci pak vytvoří jednoduše skupinu buď podle stejného názvu stromu, nebo naopak je můžete nechat rozdělit tak, že se žádný název stromu nebude ve skupině opakovat. Seznámení práce s GPS (dle pokročilosti žáků, pokud pracujete s úplnými začátečníky, nechte si alespoň 20 minut) V tomto krokuje důležité seznámit žáky se základními funkcemi vámi zvoleného GPS přístroje, který je bude v tomto projektovém dnu provázet. V případě, že žáci s GPS přístroji pracují, lze využít Úkol č. 1 rovnou jako osvěžení práce s GPS. Jestliže jsou však žáci úplnými začátečníky, projděte s nimi jednotlivé funkce GPS. Využijte návodu v publikaci NÁZEV na straně XY. Jestliže jsou vaši žáci pokročilými uživateli GPS přístrojů, můžete jim dát souřadnice jednotlivých míst pouze napsané a nechat na nich, aby si je do přístroje ručně zadali. Jestliže jsou žáci začátečníky, místa jim do GPS přístroje předem stáhněte vy a nechte je pouze se k nim navigovat. Hra s GPS aneb Průzkum stromů v parku Žáci jsou již rozdělení ve skupinách a ovládají GPS přístroj. Aby se motivovali k dnešnímu projektovému dni, vyšlete je po skupinách po parku a nechte je vyluštit tajenku. Mezi skupinami dělejte rozestupy alespoň 5 minut, aby se skupiny nepotkaly. Můžete také žáky vypouštět z různých míst v parku, pak již není potřeba dodržovat intervaly mezi skupinami. Po vyluštění tajenky se žáci vrátí k vám, tedy na úvodní souřadnice (jestliže žáky vypouštíte z různých míst, zadejte jim, kam se mají vrátit) a sdělí vám vyluštěnou tajenku. Zeptejte se žáků, jestli ví, kdo to byl a jak jeho jméno souvisí s tímto parkem? Následně jim

	vysvětlete, co bude jejich dalším úkolem. Průzkum parku Anthropos (150 minut) V této fázi bude žáky čekat návštěva několika stanovišť, která jsou rozmístěná v prostředí parku Anthropos. Doporučujeme vytvořit cedulky s názvy jednotlivých stanovišť. Na každém stanovišti se nachází učitel, který žákům vysvětlí úkol a dohlíží na jeho plnění. Aby se zabránilo tomu, že si žáci budou dělat, co chtějí a budou se skupiny kumulovat na jednom stanovišti, dejte žákům zadané různé souřadnice prvního stanoviště. Pro každé stanoviště si předem připravte pomůcky a vytvořte pracovní listy (kartičky, které budou žáci vyplňovat a budou si je zakládat do své složky a ze kterých pak budou zpracovávat výsledný plakát). Žáci budou získávat souřadnice jednotlivých stanovišť postupně, vždy za splnění úkolu. Připravte si tedy jednotlivé souřadnice na několik papírků, které můžete žákům dávat, aby si je s sebou odnesli. • **Stanoviště 1: Co roste a žije na louce?** Souřadnice: N49° 11.510 E016° 33.953 Toto stanoviště je věnované přírodopisu. Pod vedením učitele zde žáci s pomocí určovacího klíče určí, jaké rostliny a živočichy najdeme na louce. Žáci si své informace zaznamenají do pracovního listu (kartičky) a doplní je náčrtem. • **Stanoviště 2: Kdo žije ve vodě**? Souřadnice: N49° 11.451 E016° 34.046 Stanoviště věnované hydrobiologii a odlovům z řeky Svratky. Žáci s pomocí pomůcek provedou odlovy a následně zkoumají faunu toku Svratky v okolí Anthroposu. Vhodné je mít s sebou určovací klíč. • **Stanoviště 3: Jaká je zde voda?** Souřadnice: N49° 11.580 E016° 34.054 Na tomto stanovišti se věnujeme stavu vody v konkrétním místě. S pomocí doporučených pomůcek zjistíme pH vody, určíme její tvrdost a následně využijeme Sera Aquatestů pro zjištění vybraných iontů ve vodním toku. Pro toto stanoviště lze využít konkrétních metodických listů č. ML-CH-6, 7. • **Stanoviště 4: Jaká je v parku půda?** Souřadnice: N49° 11.559 E016° 33.964 Zde se s žáky věnujeme půdě a její charakteristice. Zajímat nás bude především reakce půdy, tedy její pH a zjistíme, jaké formy humusu se v místní půdě nacházejí. Důležité bude s žáky také zopakovat, či jim ukázat, jak se správně odebírají vzorky půdy. Pro toto stanoviště lze využít konkrétních metodických listů č. ML-CH-5. • **Stanoviště 5: Mapa parku Anthropos.** Souřadnice: N 49°11.574 E016°33.996 Na tomto stanovišti bude úkolem žáků s pomocí GPS přístroje zmapovat zadanou oblast

	parku Anthropos a vytvořit základní mapu formátu A3 se všemi náležitostmi (legenda, název, tiráž, směrovka, měřítko). Žáci nejprve změří krajní body svého území pomocí GPS souřadnic, které zanesou na papír, na který budou dále kreslit mapu. S pomocí GPS přístroje si změří vzdálenost mezi jednotlivými významnými body a spočítají rozlohu mapovaného území. Zadaným měřítkem pro danou lokalitu bude 1 : 1000. Pro tvorbu mapy využijte rozdělení území podle cest v parku, každé skupině zadejte jinou oblast k mapování. Žáci dostanou 2 papíry – jeden na náčrt, druhý na dokreslení a zhotovení finální mapy. *Pozn. Následující dvě stanoviště souvisí s mapováním, proto by měla následovat až po stanovišti 5.* • **Stanoviště 6: Dřeviny parku Anthropos** Souřadnice: N 49°11.574 E016°33.996 Žáci zůstanou v zadaném území. Na jejich zadaném území se vyskytuje řada dřevin. Úkolem žáků bude zaznačit do mapy všechny dřeviny, které se na vybraném území nacházejí. K jejich přesnému zaznačení použijí žáci GPS přístroj, dřeviny označí pouze křížkem a s pomocí určovacího klíče určí, o jaký strom se jedná. Mohou také začít vytvářet legendu, ale ještě by neměli zakreslovat do mapy, protože princip zakreslení jednotlivých stromů do mapy bude souviset s úkolem na následujícím stanovišti. • **Stanoviště 7: Jak staré stromy zde máme?** Souřadnice: N 49°11.574 E016°33.996 Toto stanoviště navazuje na předchozí práci žáků. Budou pracovat ve stejném území, které v předchozím zastavení mapovali. Žáci si v předchozím úkolu zaznačili do mapy místa výskytu jednotlivých stromů. Jejich úkolem nyní bude zjistit stáří těchto stromů. Na základě zjištěného stáří pak vytvoří legendu (kolečka o různé velikosti) a dodělají mapu. Pro zjištění stáří stromu využijte měření obvodu stromu a dosazení do rovnice S =O / 25,4. Obvod „O“ musíte zadat v milimetrech. Obvod stromu měříme ve výšce 1,3 metrů nad zemí pomocí metru nebo provázku. Plakát parku Anthropos na téma – **Výjimečnost parku Anthropos** Na závěr uspořádejte výstavu plakátů. Každá skupina vytvoří z projektového dne plakát o formátu A1. Na něm by se měli objevit nejen výsledky jednotlivých zjištění a pokusů, které zde žáci prováděli. Výsledný plakát zpracovávají žáci již ve škole, jako ohlédnutí za celým projektovým dnem.
Otázky na závěr:	Diskuze na závěr Na závěr můžete s žáky probrat tyto otázky: • Jak se vám pracovalo v průběhu dnešního dne? • Která aktivita vás bavila nejvíce a která naopak nejméně?

	• Co si z dnešního dne odnášíte? • Co byste nám doporučili pro příště?
Autorské řešení otázek:	*Místa a názvy stromů v parku Anthropos:* *Tajenka:* St9 S M R K St3 J I N A N St8 J A V O R St4 J Í R O V E C St2 L Í P A St3 J I N A N St7 B O R O V I C E St5 T I S St4 J Í R O V E C St6 P L A T A N St8 J A V O R St1 J A S A N

	Karel Absolon – Počátky Anthroposu jsou spojeny s Výstavou soudobé kultury v roce 1928 na brněnském výstavišti. Profesor Karel Absolon zde shromáždil velké množství nálezů z nejranějších období lidských dějin. Řada jeho nálezů je v parku k vidění dodnes. *Stanoviště úkolů:* *Pro učitele je dále dostupný tento dokument, kde jsou ukázány jednotlivé body pohromadě:* https://mapsengine.google.com/map/edit?mid=zzfvIcDhsbkw.kqg3uoSAyPiw
Závěr:	Žáci prožijí projektový den ve vybraném zajímavém území, o kterém se snaží zjistit základní informace. Svá zjištění následně formulují v posterů, jejichž výstava proběhne na závěr projektového dne – doporučujeme ve škole.
Metodické poznámky pro učitele:	*1) Šedě označená políčka jsou určena pro učitele a není nutné je tisknout žákům jako součást pracovního listu.* *2) Pro projektový den bylo využito modelové území Anthroposu, ale stejně dobře lze využít jakékoli území v blízkosti školy.*

Přílohy na CD-ROM

METODICKÉ LISTY

GPS V ZEMĚPISE

ML-ZE-1: Zeměpisné souřadnice v praxi

ML-ZE-2: Měření vzácnosti, plochy, azimutu a nadmořské výšky s GPS

ML-ZE-3: Netradiční pohled na Ústřední hřbitov

GPS V CHEMII

ML-CH-1: Vznik půdy

ML-CH-2: Formy humusu v půdě

ML-CH-3: Ochrana půdy proti erozi

ML-CH-4: Orientační zjišťování pH vody

ML-CH-5: Reakce půdy – pH

ML-CH-6: Orientační rozlišení tvrdosti vody

ML-CH-7: Důkaz vybraných iontů ve vodě pomocí SERA aquatestů

GPS VE FYZICE

ML-FY-1: Grafické vyjádření pohybu, určení průměrné rychlosti pohybu

ML-FY-2: Kde stojím?

ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉMY A GPS

ML-ENV-1: S GPS v parku Anthropos – přírodovědný průzkum

Využití navigačních systémů ve školních environmentálních projektech

PhDr. Hana Svatoňová, Ph.D., a kol.

Grafické zpracování: RNDr. Hana Svobodová, Ph.D.

Vydala: Masarykova univerzita v roce 2014

1. vydání, 2014

Náklad: 100 výtisků

Tisk: Tiskárna KNOPP, Černčice 24, 549 01 Nové Město nad Metují

ISBN 978-80-xxx-xxx-xxx